



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia  
2015

**Fernando José dos  
Santos Espadilha**

**Aquicultura de *Ruditapes decussatus* e *Venerupis  
corrugata* na Ria de Aveiro: novas metodologias e  
perspetivas futuras**



**Fernando José dos  
Santos Espadilha**

**Aquicultura de *Ruditapes decussatus* e *Venerupis corrugata* na Ria de Aveiro: novas metodologias e perspectivas futuras**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aplicada, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Carlos Miguel Miguez Barroso, Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, e da Doutora Susana Galante-Oliveira, investigadora em pós-doutoramento do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar da Universidade de Aveiro.

## **DECLARAÇÃO**

Declaro que este relatório é integralmente da minha autoria, estando devidamente referenciadas as fontes e obras consultadas, bem como identificadas de modo claro as citações dessas obras. Não contém, por isso, qualquer tipo de plágio quer de textos publicados, qualquer que seja o meio dessa publicação, incluindo meios eletrônicos, quer de trabalhos acadêmicos.

Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu irmão e aos meus avós.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Carlos Manuel Martins Santos Fonseca**  
Professor Associado com Agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

arguente principal

**Doutor Joaquim Alexandre Macedo de Sousa**  
Diretor-geral da C-Food, S.A.

orientador

**Prof. Doutor Carlos Miguel Miguez Barroso**  
Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Esta viagem Ria adentro contou com o contributo indispensável dos seguintes companheiros, a quem agradeço genuinamente:

Ao Prof. Doutor Carlos Miguez, pela oportunidade e confiança para desenvolver o trabalho, bem como pelo conhecimento, simpatia e profissionalismo com que capitaneou a equipa.

À Doutora Susana Galante-Oliveira, pelo apoio e dedicação que mais uma vez demonstrou na minha estadia no LEME.

Ao António Pereira, pelo esforço e companheirismo em todo o percurso.

Ao Doutor Joaquim Macedo de Sousa, pela amizade e confiança depositada no grupo de trabalho, que esperamos retribuir em sucesso para a C-Food.

Ao Bernardo Balseiro, ao pessoal da Aguacircia e a todas as pessoas que, de outra forma menos direta, contribuíram para que tenhamos chegado a bom porto.

Por último, agradeço aos meus pais, ao meu irmão e à restante Família que, entre várias latitudes, navegaram comigo desde 2008.

Foi um gosto contar convosco.

## palavras-chave

*Ruditapes decussatus*, *Venerupis corrugata*, aquicultura, Ria de Aveiro, cestos-lanterna, produção em suspensão

## resumo

Perante a necessidade de revitalizar o setor da aquicultura na Ria de Aveiro, o presente trabalho propõe validar a utilização de cestos-lanterna como suporte para a produção suspensa de amêijoia-bola *Ruditapes decussatus* e amêijoia-macha *Venerupis corrugata*, em tanques de terra. O objetivo deste trabalho é testar este método inovador de aquicultura analisando o desempenho das estruturas de produção sob várias vertentes: monitorização da sedimentação e da bioincrustação nos cestos-lanterna, facilidade de manuseamento e adequabilidade destas estruturas para o confinamento das amêijoas. Pretendeu-se, igualmente, avaliar a ocorrência de epibiontes nas conchas das amêijoas e o crescimento e mortalidade destes bivalves. Os resultados indicam que os cestos-lanternas são estruturas aptas para o manuseamento e confinamento dos animais, requerendo uma manutenção mais intensa durante os meses de primavera e verão, para remoção de fauna e flora bioincrustada. A bioincrustação nos animais foi inferior a 2,7% e 2% nos lotes de amêijoia-bola e amêijoia-macha, respectivamente. A ocorrência de deformações na concha foi muito rara, o que sugere uma boa resposta das espécies ao cultivo em suspensão. Os resultados sugerem também que a elevada turbidez da água provoca uma grande deposição de sedimento nos pratos, o que pode ser muito prejudicial ao crescimento e sobrevivência destes bivalves. Mais estudos são necessários para avaliar a eficiência e a rentabilidade deste método de produção, mas os resultados preliminares apontam para o elevado potencial deste método de cultivo que pode contribuir para a reestruturação da aquicultura na região e no país.

**keywords**

*Ruditapes decussatus*, *Venerupis corrugata*, aquaculture, Aveiro lagoon, lantern-nets, suspended culture

**abstract**

Given the need to develop the aquaculture setor in the Ria de Aveiro, this work proposes the use of lantern-nets as support for the production of *Ruditapes decussatus* and *Venerupis corrugata* in earthen ponds. The objective of this study is to test this innovative method of aquaculture by analyzing the performance of lantern-nets regarding several key points such as: sedimentation inside the lanterns, biofouling of the lanterns, ease of handling and suitability of these structures for the aquaculture of clams. It is also intended to evaluate the occurrence of epibiota on the shells and to assess the growth and mortality of these bivalves. The results indicate that the lanterns are suitable for handling and for support of the animals, requiring a more intensive maintenance during the spring and summer months, to remove biofouling by fauna and flora. Biofouling epibiota on the shells were below 2.7% in *R. decussatus* and 2% in *V. corrugata*. The almost absence of shell deformations suggests a good response to this cultivation method. The results also suggest that high water turbidity causes a large sediment deposition on the lanterns, which can be very detrimental to the growth and survival of these bivalves. More studies are needed to assess the efficiency and profitability of this innovative method, but preliminary results indicate the high potential of this new approach that can contribute to the restructuring of aquaculture in the region and in the country.



## TABELA DE CONTEÚDOS

Lista de tabelas .....	XI
Lista de figuras .....	XII
Lista de abreviaturas .....	XV
<b>I. Introdução geral .....</b>	<b>1</b>
1.1. <i>Enquadramento</i> .....	2
1.2. <i>Objetivos</i> .....	2
1.3. <i>Aquicultura no mundo</i> .....	2
1.4. <i>Aquicultura em Portugal</i> .....	5
1.5. <i>Referências bibliográficas</i> .....	7
<b>II. Aquicultura na Ria de Aveiro .....</b>	<b>11</b>
2.1. <i>Caraterização da Ria de Aveiro</i> .....	12
2.1.1. A Ria de Aveiro a caminho do bom estado ecológico .....	12
2.1.2. Pesca .....	14
2.2. <i>Aquicultura versus pesca: um caso de estudo em ecologia aplicada</i> .....	16
2.3. <i>Evolução da aquicultura na Ria de Aveiro</i> .....	16
2.4. <i>O estado atual da aquicultura na Ria de Aveiro</i> .....	17
2.4.1. Área de ocupação e espécies cultivadas .....	21
2.4.2. Principais metodologias de produção .....	23
2.5. <i>Perspetivas futuras</i> .....	26
2.6. <i>Referências bibliográficas</i> .....	28
<b>III. Aquicultura de amêijoia-boia (<i>Ruditapes decussatus</i>) e amêijoia-macha (<i>Venerupis corrugata</i>) em tabuleiros suspensos .....</b>	<b>33</b>
3.1. <i>Introdução</i> .....	34
3.1.1. Biologia das espécies .....	34
3.1.2. Métodos de produção .....	36
3.1.3. Objetivos .....	37
3.2. <i>Metodologia</i> .....	38
3.2.1. Área de estudo .....	38
3.2.2. Cestos-lanterna .....	38
3.2.3. Teste de funcionamento dos cestos-lanterna .....	39
3.2.4. Ensaio de tolerância de <i>V. corrugata</i> a diferentes temperaturas .....	40
3.2.5. Taxas de crescimento e de mortalidade .....	40

3.2.6. Índice de condição.....	41
3.2.7. Relações alométricas.....	41
3.2.8. Análise granulométrica dos sedimentos.....	42
3.2.9. Teor de Matéria Orgânica (TMO) dos sedimentos.....	42
3.3. <i>Resultados</i> .....	43
3.3.1. Parâmetros ambientais .....	43
3.3.2. Teste do cultivo de amêijoia-macha <i>V. corrugata</i> nos cestos-lanterna .....	43
3.3.3. Relações alométricas de <i>V. corrugata</i> .....	52
3.3.4. Ensaio de tolerância de <i>V. corrugata</i> a diferentes temperaturas .....	53
3.3.5. Teste do cultivo de amêijoia-boia <i>R. decussatus</i> nos cestos-lanterna.....	54
3.3.6. Relações alométricas de <i>R. decussatus</i> .....	64
3.3.7. Fauna acessória e colmatção das estruturas de cultivo .....	65
3.3.8. Sedimentos nos pratos de cultivo .....	67
3.4. <i>Discussão</i> .....	69
3.5. <i>Referências bibliográficas</i> .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estabelecimentos com atividade em aquicultura na região da Ria de Aveiro, com a indicação da referência nos mapas B, C e D da figura 2. A primeira letra da referência corresponde à identificação do mapa respectivo (exemplo: a referência D6 corresponde à área nº 6 no mapa D), sendo que no mapa C as referências correspondem ao talhão respectivo (exemplo: CTC corresponde a uma unidade no talhão C). Esta informação surge do cruzamento da informação recolhida com aquicultores, com a ARH Centro (Administração da Região Hidrográfica do Centro) e com a última divulgação da Direção-Geral da Agricultura e Pescas (DRAP Centro, 2015) relativamente ao setor.....	18
Tabela 2. Índice de condição (IC) médio determinado a partir de uma amostra aleatória de n indivíduos (n) de <i>V. corrugata</i> dos vários lotes de indivíduos em análise: Lote 1 (novembro de 2014), Lote 2 (dezembro de 2014) e “Lote consolidado” (Lote 1 e 2 agrupados, março de 2015).....	51
Tabela 3. Biometrias de amêijoas-macha, estimadas para assegurar o confinamento dos animais dentro dos cestos-lanterna em determinadas malhas de rede (medidas na diagonal). Nas linhas referentes aos “animais prato <sup>-1</sup> ” indica-se o número total de amêijoas que um prato pode carregar se todas as amêijoas ocuparem metade do prato (1/2 A), todo o prato (A), todo o prato com uma camada e mais meio prato com uma segunda camada (3/2 A) e todo o prato com duas camadas de amêijoas (2A). Nas linhas referentes ao “peso prato <sup>-1</sup> ” é indicado o peso fresco (g) a que corresponde esse número de animais.	53
Tabela 4. Índice de condição de <i>R. decussatus</i> em Dezembro de 2014 e Março de 2015, com identificação do comprimento médio e número de indivíduos (n) utilizados para o cálculo deste parâmetro fisiológico...	63
Tabela 5. Biometrias estimadas para assegurar o confinamento dos animais aos cestos-lanterna em determinadas malhas de rede (medidas na diagonal). Nas linhas referentes aos “animais prato <sup>-1</sup> ” indica-se o número total de amêijoas que um prato pode levar se todas as amêijoas ocuparem metade do prato (1/2 a <sub>p</sub> ), todo o prato (a <sub>p</sub> ), todo o prato com uma camada e mais meio prato com uma segunda camada (3/2 a <sub>p</sub> ) e todo o prato com duas camadas de amêijoas (2 a <sub>p</sub> ). Nas linhas referentes ao “peso prato <sup>-1</sup> ” é indicado o peso a que corresponde esse número de animais. ....	65
Tabela 6. Resultados da análise granulométrica e do teor de matéria orgânica das amostras analisadas dos dois locais onde decorreu o teste de produção em cestos-lanterna. Os valores referem-se à percentagem do peso seco total.....	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção da pesca e aquicultura global e da União Europeia. Adaptado de FAO (2014). ....	4
Figura 2. Localização geográfica (A) e distribuição das unidades aquícolas na região da Ria de Aveiro (B). O mapa C corresponde à zona de produção de ostra no canal de Mira e o mapa D à zona do Salgado, onde predominam as pisciculturas. Os asteriscos (*) correspondem à localização das unidades em B, sendo que em C e D as unidades estão identificadas e delineadas por uma linha branca. ....	20
Figura 3. Grupos taxonómicos produzidos em aquicultura na região da Ria de Aveiro.....	21
Figura 4. Área ocupada pelos regimes de produção aquícola na Ria de Aveiro, num total de 309 hectares. .	22
Figura 5. Área (ha) destinada à produção da aquicultura por grupos taxonómicos. Estes valores compreendem a soma da área total dos estabelecimentos com produção de pelo menos um representante de cada grupo (Exemplo: Estabelecimento de 10 ha com produção de ostra e robalo = 10 ha robalo + 10 ha ostra).....	22
Figura 6. Número de estabelecimentos por regime de produção aquícola na região da Ria de Aveiro, num total de 74 unidades .....	23
Figura 7. Zona de produção de ostra no canal de Mira, junto ao Cais da Bruxa, Gafanha da Encarnação.....	24
Figura 8. Eutrofização (A) e degradação de muros (B) e tanques (C) em pisciculturas de esteiro, no salgado da Ria de Aveiro.....	25
Figura 9. Amêijoia-macha <i>V. corrugata</i> exibindo os sífões (à esquerda), e diversas colorações de concha da amêijoia-boia <i>R. decussatus</i> (à direita). ....	35
Figura 10. Produção de vieiras em “long-lines”, desde a colheita de larvas (a) até à engorda em cestos-lanterna (d). Adaptado de Gosling (2004). ....	37
Figura 11. Localização da unidade de aquicultura “Aguacircia”, com indicação do canal de entrada (CE) e respetiva estrutura flutuante de 6 m de comprimento e do tanque de produção nº 13 (T13). Esquema da lanterna (L) e respetiva fixação (FIX).....	38
Figura 12. Esquema do ensaio de tolerância de <i>V. corrugata</i> a diferentes temperaturas. ....	40
Figura 13. Convenção usada para as principais medidas da concha em bivalves (Adaptado de Gosling (2004); em cima, à esquerda). Esquema da malha da rede do cesto-lanterna e a sua relação com a altura dos animais, com vista ao confinamento adequado das amêijoas no interior das lanternas durante o cultivo (à direita). Esquema do prato de cultivo, com referência à altura (x) e comprimento (y) dos animais (n), sendo que cada quadrícula (x*y) corresponde à área ocupada por um animal (em baixo). ....	41
Figura 14. Variação da temperatura e salinidade na área de estudo. ....	43
Figura 15. Evolução temporal do comprimento médio e taxa de mortalidade diária (TMD) de <i>V. corrugata</i> , entre novembro de 2014 e outubro de 2015. O grupo “Grandes” é constituído por indivíduos que no momento da calibração apresentavam uma largura superior a $9 \pm 1$ mm e o grupo “Pequenos” pelos indivíduos abaixo desse valor. No mês de março não foi possível recolher dados sobre a mortalidade. ....	46

Figura 16. Comparação da evolução do comprimento médio (Compr) e taxa de mortalidade diária (TMD) entre os locais amostrados, nomeadamente canal de entrada (CE) e tanque nº 13 (T13). ....	47
Figura 17. Biomassa e número de indivíduos de <i>V. corrugata</i> ao longo do estudo. No dia 5 de dezembro está apenas representado o Lote 1, uma vez que o Lote 2 só foi recepcionado a 12 de dezembro. * Em setembro não foi possível determinar a biomassa.....	47
Figura 18. Evolução do peso médio individual de <i>V. corrugata</i> , antes do processo de calibração (“Grupo pré-calibração”) e após o mesmo, aqui distinguindo-se os dois grupos dele resultantes: “Grandes” e “Pequenos”. ....	47
Figura 19. Histogramas de distribuição de frequências do comprimento de <i>V. corrugata</i> , ponderados a partir de amostras ( $30 \leq n \leq 50$ ) dos pratos, sendo que n representa a estimativa do número de indivíduos de cada classe de comprimento na população. Cada classe de comprimento compreende os valores de x e x-1 do número correspondente. ....	48
Figura 20. Valores da taxa de mortalidade diária (TMD) de <i>V. corrugata</i> em função da carga de cultivo experimentada e da posição do prato. O prato 1 corresponde ao tabuleiro mais próximo da superfície da água, o prato 2 ao prato intermédio e o prato 3 ao prato que se encontra em maior profundidade. ....	49
Figura 21. Modelo linear geral que relaciona a taxa de mortalidade diária transformada (eixo y) de amêijoamacha (TMD) com os fatores “mês” (representado pelas linhas), “prato” (eixo x) e “carga” (com média fixa de $8,813 \text{ Kg m}^{-2}$ ). Os números referentes às linhas 1, 2, 4 e 5 correspondem a janeiro, fevereiro, abril e maio, respetivamente. ....	50
Figura 22. Frequência de epibiontes nas conchas de amêijoamacha, distribuídos em 4 grupos taxonómicos, com evidência para as cracas (na fotografia). ....	51
Figura 23. Regressão linear entre os logaritmos naturais de comprimento (Ln compr) e peso (Ln peso) em relação à altura de <i>V. corrugata</i> . A partir das retas respetivas obtiveram-se os valores da tabela 3. ....	52
Figura 24. Evolução da mortalidade acumulada no ensaio de tolerância térmica de <i>V. corrugata</i> entre os 18 °C e os 24 °C, sem adição de alimento. As linhas indicam a mortalidade acumulada correspondente aos 4 intervalos de temperatura testados ao longo de 86 dias da experiência. ....	54
Figura 25. Evolução do comprimento médio dos indivíduos vivos e da taxa de mortalidade diária (TMD) de <i>R. decussatus</i> entre dezembro de 2014 e outubro de 2015. No mês de março não foi possível calcular a mortalidade. ....	57
Figura 26. Comparação da evolução do comprimento médio (Compr) e da taxa de mortalidade diária (TMD) de amêijoabo entre os locais amostrados, nomeadamente canal de entrada (CE) e tanque nº 13 (T13). ....	57
Figura 27. Evolução do peso médio individual de amêijoabo durante o período deste estudo, antes do processo de calibração (“Grupo pré-calibração”) e após o mesmo, aqui distinguindo-se os dois grupos de indivíduos dele resultantes: “Grandes” e “Pequenos”. O valor do peso médio foi calculado a partir da razão da biomassa total de cada grupo identificado pelo número de indivíduos correspondentes. ....	58
Figura 28. Biomassa e número de indivíduos total de <i>R. decussatus</i> ao longo do teste de cultivo nos cestos-lanterna. No mês de setembro não foi possível determinar a biomassa da população. ....	58

Figura 29. Histogramas de distribuição de frequências do comprimento do lote estudado de <i>R. decussatus</i> . Esta distribuição foi obtida por ponderação a partir de uma amostragem aleatória ( $30 \leq n \leq 50$ ind prato <sup>-1</sup> ), sendo que n representa a estimativa do número de indivíduos de cada classe na população. A taxa de mortalidade diária (TMD) para cada classe foi calculada a partir do comprimento das conchas dos indivíduos mortos. Cada classe de comprimento compreende os valores de x e x-1 do número correspondente. *No mês de março não foi possível calcular a mortalidade; **No mês de setembro não foi possível calcular a taxa de mortalidade diária por classes. ....	60
Figura 30. Taxa de mortalidade diária (TMD) de <i>R. decussatus</i> em função da carga e da profundidade do prato, para os meses de janeiro, fevereiro, abril e maio de 2015. A carga representa a quantidade de biomassa cultivada por área de prato. O prato 1 corresponde ao prato mais elevado e o prato 3 ao prato do nível mais profundo.....	61
Figura 31. Modelo linear geral que relaciona a taxa de mortalidade diária transformada (eixo y) de amêijoabo com os fatores “mês” (representado pelas linhas), “prato” (eixo x) e “carga” (média fixa de 8,132 Kg m <sup>-2</sup> ). As linhas 1, 2, 4 e 5 correspondem aos meses de janeiro, fevereiro, abril e maio, respectivamente. ....	62
Figura 32. Grupos taxonômicos incrustados na parte exterior da concha de amêijoabo, durante o teste de cultivo nos cestos-lanterna.....	63
Figura 33. Regressão linear entre os logaritmos naturais de comprimento (Ln compr) e peso (Ln peso) em relação à altura de <i>R. decussatus</i> . A partir das retas respectivas obtiveram-se os valores da tabela 5. ...	64
Figura 34. Fauna acessória encontrada na superfície superior dos pratos de produção. ....	66
Figura 35. (A) Cesto-lanterna no mês de dezembro, após 14 dias no canal de entrada, com vestígios de sedimento nas redes e nos pratos. (B) Colmatção da rede de um cesto-lanterna por <i>Enteromorpha</i> sp. (C) Baixa densidade de fauna na base de um prato, após 3 meses no canal de entrada (fevereiro de 2015). (D) Elevada densidade de fauna na base de um prato, com poliquetas e ascídias, em abril. (E) Em julho, além de ascídias e poliquetas, a base dos pratos contava com quantidade significativa de algas.....	67
Figura 36. Elevada quantidade de sedimento nos pratos de cultivo do canal de entrada em maio (A), associada à colmatção das redes com <i>Enteromorpha</i> sp. (B). Em (C), baixa sedimentação observada nos pratos de cultivo do tanque 13, em junho. ....	68

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CE – canal de entrada de água da piscicultura “Aguacircia”

CEE – Comunidade Económica Europeia

DGRM – Direção Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos

EU – União Europeia

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

IC – Índice de condição

INE – Instituto Nacional de Estatística

PME – Pequenas e Médias Empresas

T13 – tanque de produção nº 13 da piscicultura “Aguacircia”

TMD – taxa de mortalidade diária (%)

NUTS – nomenclatura das unidades territoriais para fins estatísticos

Compr. – comprimento

Alt. - altura

# **I. INTRODUÇÃO GERAL**



## 1.1. ENQUADRAMENTO

Em Portugal, o consumo de pescado *per capita* está próximo dos 60 kg/ano, um valor três vezes superior à média mundial (FAO, 2014). Apesar da intrínseca ligação ao mar, a produção nacional da pesca e da aquicultura está bastante aquém de colmatar estas necessidades, vendo-se o país obrigado a importar a maioria do pescado consumido, com um reflexo negativo na economia. No último ano a balança comercial dos produtos da pesca e aquicultura apresentou um saldo deficitário de 663 milhões de euros (INE, 2015). Com os limites impostos aos *stocks* pesqueiros, a alternativa viável para a inversão desta tendência passa pelo fomento da aquicultura em Portugal com base em modelos de produção aquícola sustentáveis.

## 1.2. OBJETIVOS

Esta dissertação tem como principais objetivos:

(i) descrever a situação atual da aquicultura na Ria de Aveiro com vista a conhecer a área ocupada por explorações licenciadas, as espécies cultivadas e as várias condicionantes da atividade na região; pretende-se, igualmente, fazer uma retrospectiva do setor e dos fatores que o moldaram ao longo do tempo, bem como prever o seu crescimento, identificando áreas, espécies e metodologias que façam prevalecer o seu potencial produtivo;

(ii) testar a utilização de cestos-lanterna para o cultivo da amêijoia-boia (*Ruditapes decussatus*) e da amêijoia-macha (*Venerupis corrugata*) em tanques de terra, com vista ao aumento da rentabilidade da produção e à expansão da aquicultura destes bivalves a novas áreas na Ria de Aveiro e em Portugal.

## 1.3. AQUICULTURA NO MUNDO

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), a aquicultura é o setor de produção alimentar em maior crescimento no mundo e no qual se depositam fortes expectativas para desenvolvimento futuro. Estima-se que sejam globalmente produzidas cerca de 600 espécies em aquicultura, embora a maioria da produção incida apenas sobre algumas dezenas, empregando aproximadamente 23 milhões de pessoas (FAO, 2014).

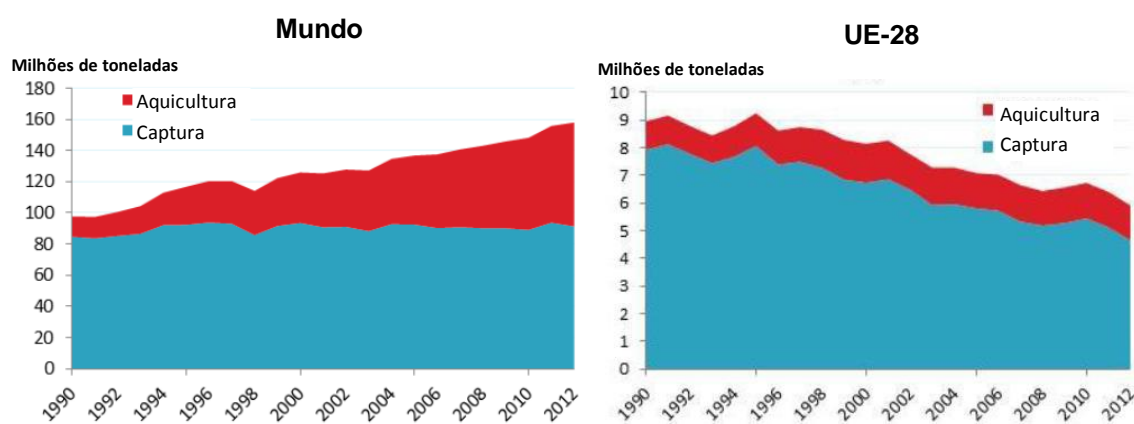
O interesse pela aquicultura intensificou-se a partir da década de 1970. Na Conferência Mundial da FAO realizada em Quioto (Japão) em 1976, a aquicultura foi considerada como um setor estratégico para dinamizar a economia, para evitar a sobrepesca exercida sobre os *stocks* naturais e como meio alternativo de produção de

proteína (DGRM, 2014). A partir da década de 80 a produção de biomassa animal através da aquicultura, significativamente maior em peixes de água doce, registou um crescimento médio anual de cerca de 10%, ascendendo de 4,7 para 66,6 milhões de toneladas entre 1980 e 2012. Somando a este valor a produção de 23,8 milhões de toneladas de plantas aquáticas, constata-se que a produção aquícola total atingiu em 2012 uma biomassa de cerca de 90 milhões de toneladas, muito próxima da obtida pela pesca. Considerando que o volume de produção pela pesca atingiu, nos anos 90, o limite máximo suportável pelos oceanos, tendo estabilizado nas últimas duas décadas em torno de 93 milhões de toneladas, e que a procura de pescado tem aumentado continuamente, prevê-se que no futuro a aquicultura venha a fornecer a maior parte do pescado consumido mundialmente (The World Bank, 2013). A China lidera a produção mundial, sendo a Ásia, desde 2008, o primeiro e único continente onde a aquicultura supera as capturas da pesca, cenário também expectável para outros continentes num futuro próximo (FAO, 2014).

A produção por aquicultura na Europa corresponde a menos de 5% do total mundial, apesar da região registar elevada rentabilidade laboral no setor, assente em sistemas mecanizados e que requerem pouca mão-de-obra. Em 2012, o setor empregava diretamente 103 mil pessoas, com uma produção média de 27,8 toneladas/empregado, superada apenas na América do Norte, onde este índice atingiu 59,3 toneladas (FAO, 2014). Em 2005 existiam ainda 89 mil pessoas indiretamente ligadas ao setor (empregos indirectos), nomeadamente, na manutenção de equipamentos e infraestruturas, produção de rações e distribuição (Valderrama, Hishamunda e Zhou, 2010).

A Noruega é o maior produtor aquícola da Europa, com um volume que iguala praticamente a produção dos 28 países da União Europeia (UE), destacando-se na produção de salmão (Liu, Olaf Olaussen e Skonhoft, 2011). Seguem-se Espanha, Turquia e França, por volume de produção, e a Dinamarca destaca-se como maior produtor de plantas aquáticas. O volume de produção da aquicultura em Portugal é muito baixo relativamente aos restantes estados membros da UE, situando-se, em 2012, na 25ª posição (STECF, 2014), o que contrasta com a primeira posição que assume na UE no que diz respeito ao consumo de pescado *per capita*. As capturas pela pesca na UE têm vindo a diminuir nos últimos anos (figura 1) e o total de pescado produzido pela pesca e aquicultura não abastecem sequer metade do consumo interno próprio, resultando daqui um défice que pode servir de estímulo para o futuro incremento da aquicultura na UE (Comissão Europeia, 2014; FAO, 2014). Surpreendentemente, embora considerado um setor emergente, a produção aquícola na UE estagnou desde 2002, contrastando, por

exemplo, com o crescimento anual de 5% na Ásia. Existe, no entanto, vontade política da UE em fomentar o desenvolvimento deste setor, já que a aquicultura foi considerada pela Comissão Europeia (2015) como um dos cinco domínios com maior potencial de crescimento, a par da biotecnologia, das energias renováveis, dos recursos minerais oceânicos e do turismo costeiro e marítimo. Nos próximos anos, de acordo com a estratégia de “crescimento azul”<sup>1</sup>, prevê-se um reforço do financiamento às Pequenas e Médias Empresas (PME) neste setor, contemplando a transferência do conhecimento para o plano prático, o investimento em metodologias sustentáveis como a aquicultura multitrófica integrada, e a combinação com sistemas *offshore* de produção de energias renováveis. Também integrada no modelo da “economia azul”, a biotecnologia deverá ter um importante contributo científico para a aquicultura no desenvolvimento de tecnologias para melhoramento genético de espécies, na exploração de produtos farmacêuticos de origem marinha e na utilização de algas como biocombustível.



**Figura 1. Produção da pesca e aquicultura global e da União Europeia. Adaptado de FAO (2014).**

<sup>1</sup> O “Crescimento azul” é uma estratégia da Comissão Europeia (2015) que visa promover o desenvolvimento sustentável no setor marítimo, incidindo sobre cinco domínios: aquicultura, biotecnologia, energias renováveis, recursos minerais oceânicos e turismo costeiro e marítimo.

#### 1.4. AQUICULTURA EM PORTUGAL

Em Portugal a aquicultura está intimamente ligada à produção de sal. A salicultura foi, durante largos séculos, a atividade socioeconómica de maior relevo nos estuários nacionais, desde a sua introdução pelos Fenícios em 900 A.C.. A linha costeira continental dispõe de condições eólicas e solares favoráveis para a salicultura, que permitiram que a fama do sal português se expandisse a diversas partes do mundo. Associada à produção de sal, desenvolveu-se durante vários séculos uma aquicultura artesanal em que alguns tanques eram utilizados simultaneamente para policultura extensiva, aproveitando a entrada passiva de alevins selvagens que ali cresciam à custa da produtividade natural desses tanques (Diniz, 1998). O valor do sal viria no entanto a decair no século XX, com o crescimento da indústria de refrigeração de produtos alimentares, estando hoje a produção quase totalmente confinada à costa algarvia (98% de 96 mil toneladas de sal produzido em 2014), que reúne as melhores condições edafoclimáticas para esta atividade (INE, 2015; Rodrigues *et al.*, 2011). Com o abandono da salicultura, muitas marinhas foram progressivamente convertidas exclusivamente para a aquicultura (ver abaixo). Em Portugal o cultivo de bivalves representa também uma atividade tradicional, praticada desde o início do século passado: a produção da ostra portuguesa (*Crassostrea angulata*) assumiu uma importância muito grande nos estuários do Tejo e do Sado, visando a exportação fundamentalmente para França (Pessoa e Oliveira, 2006), enquanto que o cultivo de amêijoia-boia (*Ruditapes decussatus*) ocorreu predominantemente na Ria Formosa, visando o mercado nacional e a exportação (Vilela, 1950). A aquicultura em águas interiores também é antiga e começou com a produção de truta arco-íris (*Onchorynchus mykiss*) em 1896 na Estação Aquícola de Vila do Conde, com vista ao povoamento de rios, sendo mais tarde, em 1968, criada a primeira empresa para cultivo desta espécie para consumo alimentar, atividade que se expandiu a outras unidades de produção estatais e privadas nos anos seguintes (Diniz, 1998).

A segunda metade da década de 80 e início da década de 90 marcaram uma mudança na produção aquícola nacional, com a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia (CEE) e com a aplicação de políticas comunitárias direcionadas à aquicultura. Como referido anteriormente, a produção dividia-se entre a truta, em água doce, e os bivalves, cultivados extensivamente em áreas estuarinas; a piscicultura em águas salobras e marinhas era até então praticada apenas como atividade complementar em alguns tanques de salicultura, embora pouco significativa. Em 1986, com a integração de Portugal na CEE desenvolveram-se políticas de apoio à conversão de um grande

número de marinhas de sal para a piscicultura - principalmente de dourada e robalo - em esteiro (Bernardino, 2000; Hussenot, 2003).

Atualmente, a maior parte da produção nacional é realizada em ecossistemas estuarinos e marinhos, correspondendo a cerca de 92% da produção total, representando a aquicultura de água doce somente 8%, dirigida à produção de truta arco-íris e truta comum. Em 2013, foram produzidas cerca de 9 mil toneladas de pescado em aquicultura estuarina e marinha, sendo cerca de metade desse volume representado pelos bivalves. As principais espécies de bivalves produzidas foram as amêijoas (48% em peso; 88% em valor), o mexilhão (31% em peso; 3% em valor) e as ostras japonesa (17% em peso; 8% em valor) e portuguesa (3% em peso; 1% em valor)<sup>2</sup>. O restante proveio da produção de peixe, com especial relevância na produção intensiva de pregado (INE, 2015). O pregado é um peixe plano com grande potencial para aquicultura (Duarte, Ruano e Sobral, 2008; Duarte *et al.*, 2002; Oliveira *et al.*, 2003) e rendeu em 2013, aproximadamente, 12 milhões de euros, com encaixe significativo em exportações. Outras espécies de peixe importantes no contexto da aquicultura nacional são, por ordem decrescente de importância, a dourada, o robalo, o linguado e, marginalmente, a corvina (INE, 2015).

No que diz respeito aos bivalves, a cultura extensiva de amêijoas-boas no interior de sistemas estuarinos permanece enraizada no quotidiano das comunidades ribeirinhas, particularmente no Algarve (Cravo *et al.*, 2012; Vânia *et al.*, 2014), tendo vindo a enfrentar adversidades nas últimas décadas. Esta produção, além de limitada pelo fornecimento de semente, está dependente das condições naturais nos bancos de cultivo e expõe-se diretamente ao efeito de fenómenos climatéricos, como chuvas fortes ou ondas de calor, dos quais podem eventualmente resultar variações bruscas na salinidade (Carregosa *et al.*, 2014, 2014a) e no oxigénio dissolvido (Sobral e Widdows, 1997), com consequente aumento de mortalidade. Quando os fatores abióticos adversos se associam à prevalência de agentes patogénicos, a produção pode ser gravemente afetada, com os transtornos socioeconómicos inerentes (Azevedo, 1989; Bettencourt *et al.*, 2013; Leite, Afonso e Cancela, 2004).

Em contrapartida, o cultivo de mexilhão, restringido no passado a um número reduzido de jangadas flutuantes no interior de algumas lagoas e sistemas estuarinos, tem-se estendido a infraestruturas em mar aberto ("*long-lines*" em "*offshore*"), alargando em mais

---

<sup>2</sup> A indicação precisa das espécies não se encontra disponível nas estatísticas do Instituto Nacional de Estatística (INE) mas serão muito provavelmente as seguintes: truta arco-íris (*Onchorynchus mykiss*), truta comum (*Salmo trutta*), amêijoas (principalmente *Ruditapes decussatus*), mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*), ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), ostra portuguesa (*Crassostrea angulata*), pregado (*Psetta maxima*), dourada (*Sparus aurata*), robalo (*Dicentrarchus labrax*), linguado (*Solea senegalensis*) e corvina (*Argyrosomus regius*).

de 60% a área de produção e fazendo prever um aumento substancial da produção deste bivalve nos próximos anos (INE, 2015). Contudo, e embora conte com cerca de 1000 quilómetros de extensão e uma vasta variedade geomorfológica, a costa portuguesa é demasiado exposta para a expansão da aquicultura oceânica, limitando essa possibilidade a zonas pontuais devidamente protegidas da agitação marítima (DGRM, 2014).

A aquicultura de bivalves carece de uma oferta suficiente de juvenis provenientes de maternidades nacionais, dependendo do fornecimento a partir de maternidades estrangeiras e de capturas em bancos naturais (INE, 2015). Carece, igualmente, de um incremento da área para a prática de engorda e crescimento, bem como do aumento de rentabilidade da produção, podendo ambas advir do desenvolvimento de novos métodos de cultivo (ver adiante). Nos próximos anos prevêem-se apoios da UE para o incremento da aquicultura nacional, com a possível resolução destes entraves, apostando na aplicação do conceito de “crescimento azul”, nomeadamente, através da criação de sinergias entre as instituições académicas/investigação e as PME (DGPM, 2013).

## 1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, C. - Fine structure of *Perkinsus atlanticus* sp. (Apicomplexa, Perkinsea) parasite of the clam *Ruditapes decussatus* from Portugal. The Journal of Parasitology. ISSN 0022-3395. 75:4 (1989) 627–635.
- BERNARDINO, F. N. V. - Review of aquaculture development in Portugal. Journal of Applied Ichthyology. ISSN 01758659. 16:4-5 (2000) 196–199. doi: 10.1046/j.1439-0426.2000.00262.x.
- BETTENCOURT, F. et al. - Microbiological monitoring of *Ruditapes decussatus* from Ria Formosa Lagoon (South of Portugal). Journal of Coastal Conservation. ISSN 14000350. 17:3 (2013) 653–661. doi: 10.1007/s11852-013-0264-1.
- CARREGOSA, V. et al. - Physiological and biochemical responses of three Veneridae clams exposed to salinity changes. Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology. ISSN 1879-1107. 177-178 (2014) 1–9. doi: 10.1016/j.cbpb.2014.08.001.
- CARREGOSA, V. et al. - Tolerance of *Venerupis philippinarum* to salinity: osmotic and metabolic aspects. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology. ISSN 1531-4332. 171 (2014a) 36–43. doi: 10.1016/j.cbpa.2014.02.009.
- COMISSÃO EUROPEIA, Direção-Geral dos Assuntos Marítimos e das Pescas - Factos e números sobre a política comum das pescas: Dados estatísticos de base. Serviço das Publicações da União Europeia: Luxemburgo. ISSN 1830-9151. (2014) 48pp. doi: 10.2771/59661.

- COMISSÃO EUROPEIA, Direção-Geral dos Assuntos Marítimos e das Pescas - As pequenas empresas podem fomentar o «crescimento azul» e colocar a Europa no caminho da recuperação. Revista em linha, Assuntos Marítimos & Pescas na Europa: Bruxelas. ISSN 2315-2656. 66 (2015) 4–5.
- CRAVO, A. et al. - A multibiomarker approach in the clam *Ruditapes decussatus* to assess the impact of pollution in the Ria Formosa lagoon, South Coast of Portugal. *Marine Environmental Research*. ISSN 1879-0291. 75 (2012) 23–34. doi: 10.1016/j.marenvres.2011.09.012.
- DGPM, Direção-Geral de Política do Mar - Estratégia Nacional para o Mar 2013 - 2020. Ministério da Agricultura e do Mar, Governo de Portugal: Lisboa. (2013) 112pp.
- DGRM, Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos - Plano Estratégico para a Aquicultura Portuguesa 2014-2020. Ministério da Agricultura e do Mar, Governo de Portugal: Lisboa. (2014) 85pp.
- DINIZ, M. - A aquicultura. Em REIS-HENRIQUES, M.A. (Ed.) - Manual de Aquicultura. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar: Porto. ISBN: 972-97892-0-7. (1998) 207pp.
- DUARTE, A. C. L et al. - Cultura de Pregado *Psetta Maxima* L. 1758 em tanques de terra em regime semi-intensivo. Relatórios Científicos e Técnicos do IPIMAR - Série Digital. Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas: Lisboa. ISSN 1645-863X. 19 (2002) 11pp.
- DUARTE, A. C. L.; RUANO, F.; SOBRAL, M. - Policultura semi-intensiva de pregado *Psetta maxima* L. e robalo *Dicentrarchus labrax* L. em tanque de terra no estuário do rio Mondego. Relatórios Científicos e Técnicos do IPIMAR - Série Digital. Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas: Lisboa. ISSN 1645-863X. 43 (2008) 18pp.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations - The State of World Fisheries and Aquaculture 2014 - Opportunities and challenges. FAO: Rome. ISSN 1020-5489. (2014) 223pp.
- HUSSENOT, J. M. - Emerging effluent management strategies in marine fish-culture farms located in European coastal wetlands. *Aquaculture*. ISSN 00448486. 226:1-4 (2003) 113–128. doi: 10.1016/S0044-8486(03)00472-1.
- INE, Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas da Pesca 2014. Instituto Nacional de Estatística, I.P.: Lisboa. ISSN 0377-225-X. (2015) 146pp.
- LEITE, R. B.; AFONSO, R.; CANCELA, M. L. - *Perkinsus* sp. infestation in carpet-shell clams, *Ruditapes decussatus* (L.), along the Portuguese coast. Results from a 2-year survey. *Aquaculture*. ISSN 00448486. 240:1-4 (2004) 39–53. doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.05.014.
- LIU, Y.; OLAUSSEN, J. O.; SKONHOFT, A. - Wild and farmed salmon in Norway – A review. *Marine Policy*. ISSN 0308597X. 35:3 (2011) 413–418. doi: 10.1016/j.marpol.2010.11.007.
- OLIVEIRA, J. M. et al. - Pregado, uma possível alternativa para a aquicultura marinha tradicional. IPIMAR Divulgação. Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR): Lisboa. ISSN 0873-5506. 27 (2003) 1–2.
- PESSOA, M. F.; OLIVEIRA, J. - A Ostreicultura no estuário do Sado: perspectivas de sua recuperação. 1ª Conferência Lusófona sobre o Sistema Terra - CluSTer. Comité Nacional para o IGBP: Lisboa. (2006) 1–5.

- RODRIGUES, C. M. et al. - Artisanal salt production in Aveiro/Portugal - an ecofriendly process. *Saline Systems*. ISSN 1746-1448. 7:1 (2011) 3. doi: 10.1186/1746-1448-7-3.
- STECF, Scientific Technical and Economic Committee for Fisheries - The Economic Performance of the EU Aquaculture Sector (STECF 14-18). Nielsen R. & Motova A. (Eds.). JCR Scientific and Policy Reports. Publications Office of the European Union: Luxembourg. ISSN 1831-9424. (2014) 457pp.
- SOBRAL, P.; WIDDOWS, J. - Influence of hypoxia and anoxia on the physiological responses of the clam *Ruditapes decussatus* from southern Portugal. *Marine Biology*. ISSN 00253162. 127:3 (1997) 455–461. doi: 10.1007/s002270050033.
- The World Bank - Fish to 2030: prospects for fisheries and aquaculture. Agriculture and environmental services discussion paper no. 3, World Bank report no. 83177-GLB. World Bank Group: Washington DC. (2013) 102pp. doi: 83177-GLB.
- VALDERRAMA, D.; HISHAMUNDA, N.; ZHOU, X. - Estimating Employment in World Aquaculture. *FAO Aquaculture Newsletter*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome. 45 (2010) 24–25.
- VÂNIA, B. et al. - Influence of Environmental Variables and Fishing Pressure on Bivalve Fisheries in an Inshore Lagoon and Adjacent Nearshore Coastal Area. *Estuaries and Coasts*. ISSN 15592723. 37:1 (2014) 191–205. doi: 10.1007/s12237-013-9658-4.
- VILELA, H. - Vida bentonica de *Tapes decussatus* (L.). *Travaux de la Station de Biologie Maritime de Lisbonne: Estação de Biologia Marítima*. 53 (1950) 120pp.





## **II. AQUICULTURA NA RIA DE AVEIRO**

## **2.1. CARATERIZAÇÃO DA RIA DE AVEIRO**

A Ria de Aveiro é uma laguna costeira pouco profunda, mesotidal, na costa oeste de Portugal continental, separada do mar por uma barreira arenosa e com o qual comunica através de uma barra mantida artificialmente (Duck e Silva, 2012). É topograficamente complexa, com vários braços, ilhas e bancos de areia e lodo, atingindo 45 km de comprimento e 10 km de largura, e representando uma área com cerca de 83 km<sup>2</sup> (Valentim *et al.*, 2013; Vingada, Gomes e Mota, 2011). A hidrodinâmica da laguna é dominada pela entrada de água do oceano Atlântico, misturando-se com a água doce proveniente de vários rios, dos quais o Vouga é o maior depositário (2/3 do volume) (Barroso, Moreira e Gibbs, 2000; Moreira *et al.*, 1993).

A Ria integra a lista de sítios da Rede Natura 2000 (ARH Centro, 2012), constituindo uma Zona de Proteção Especial com vários Sítios de Importância Comunitária. Apesar de ser um ecossistema historicamente moldado pela atividade humana, abrange uma vasta diversidade de biótopos, elevada biodiversidade aquática e zonas de refúgio, alimentação e nidificação para aves (LAGOONS, 2012; Lopes *et al.*, 2007; Morgado *et al.*, 2009; Rodrigues *et al.*, 2011; Vingada, Gomes e Mota, 2011).

Entre a diversa atividade praticada nas margens e massas de água da Ria (ver Fidélis e Carvalho, 2015), a salicultura foi por largos séculos a principal marca socioeconómica da região. No entanto, desde 1970, ocorreu o progressivo abandono desta atividade, restando atualmente 7 salinas ativas (DRAP Centro, 2015), tendo muitas outras salinas sido reconvertidas em estabelecimentos de aquicultura (Rodrigues *et al.*, 2011).

### **2.1.1. A Ria de Aveiro a caminho do bom estado ecológico**

A Ria de Aveiro é um sistema de águas de transição, que por definição representam ecossistemas de elevada produtividade e que habitualmente estão sujeitos a intensa atividade humana (Duck e Silva, 2012; Hussenot, 2003; Pérez-Ruzafa e Marcos, 2012). Estima-se que habitem nas proximidades da Ria cerca de 350 mil pessoas, muitas beneficiando direta ou indiretamente das funções ecológicas prestadas pelo sistema lagunar (Almeida *et al.*, 2011; Chapman, 2012; DRAP Centro, 2015; Fidélis e Carvalho, 2015; LAGOONS, 2012). Um desses serviços é a recepção de efluentes urbanos, agrícolas e industriais que, integrados por uma hidromorfologia complexa, se podem dispersar na água ao longo de gradientes físico-químicos igualmente complexos (Lopes *et al.*, 2007; Quintino *et al.*, 2011). No entanto, muitas fontes de poluição têm sido progressivamente eliminadas ou reduzidas. Por exemplo, os incidentes de poluição associados ao complexo industrial de Estarreja, que lançou para as massas de água,

durante cinco décadas consecutivas, resíduos ricos em mercúrio (Hg), pertencem ao passado. Por outro lado, o saneamento integrado dos Municípios da Ria (SIMRIA, S.A.) permitiu a recolha, o tratamento e a rejeição para fora da Ria dos efluentes domésticos e industriais dos municípios, bem como dos efluentes da PORTUCEL (Fábrica de Cacia), promovendo desta forma a requalificação ambiental da Ria de Aveiro. A criação de novas infraestruturas para tratamento e confinamento de resíduos sólidos urbanos permitiu também uma melhoria da qualidade de água da Ria, na medida em que nos aterros sanitários existe um sistema de impermeabilização, drenagem e captação das águas lixivantes que impede que estas possam atingir as linhas de água em direcção à Ria. Simultaneamente, tem havido legislação da UE que restringe a colocação no mercado de substâncias químicas perigosas para o ambiente, nomeadamente diversos pesticidas utilizados na agricultura e biocidas utilizados em variados produtos. Como exemplo, pode referir-se a proibição do uso de tintas anti-vegetativas com tributilestanho (biocida) nos cascos das embarcações, que no passado provocou graves impactos em populações locais de moluscos gastrópodes e bivalves, chegando a afectar a aquicultura de ostras na Ria de Aveiro (Barroso, Moreira e Gibbs, 2000; Galante-Oliveira *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2007). Nos últimos anos a UE tem implementado um conjunto de medidas legislativas para melhorar a qualidade ambiental das massas de água dos estados membros, destacando-se a Directiva Quadro de Água (transposta para a Lei da Água) que exige que se atinja o bom estado ecológico e químico das massas de águas até 2015. Hoje existe, portanto, uma consciência colectiva e um conjunto de políticas dedicadas à preservação da qualidade do ambiente, que tem conduzido a Ria de Aveiro a uma recuperação dos seus valores naturais e paisagísticos. Em consonância com a melhoria da qualidade da água e dos sedimentos da Ria de Aveiro, quer do ponto de vista químico quer microbiológico, surge uma nova oportunidade para o desenvolvimento de actividades ligadas à pesca e à aquicultura, dado que os seus produtos podem ter o valor acrescentado associado ao "bom estado ecológico" deste ecossistema.

A proximidade e crescimento da Universidade de Aveiro nas últimas décadas têm também contribuído para uma multidisciplinaridade de estudos sobre este ecossistema (ver Almeida *et al.*, 2011), em grande parte ligados a impactos de origem antropogénica no mesmo. Segundo o relatório do projeto internacional Lagoons (LAGOONS, 2012), o estudo da ecologia enfrenta atualmente desafios ao nível dos impactos procedentes do abandono das salinas, do aumento do turismo e recreação, da intrusão salina em propriedades agrícolas, e das alterações da hidrologia nas pradarias marinhas e sapal (Araújo, Dias e Pugh, 2008). Neste sentido, é crucial a articulação entre os vários

parceiros sociais para que a Ria se preserve como parte integrante da economia da região sem descuidar a qualidade ecológica do ecossistema (Fidélis e Carvalho, 2015; LAGOONS, 2012).

### **2.1.2. Pesca**

A pesca é uma atividade histórica na região de Aveiro, impulsionada no século XVI pela captura de bacalhau. O sal, abundante e de qualidade, e um clima propício para a seca permitiram que a cidade se estabelecesse como ponto de partida para a pesca do bacalhau na Terra Nova, seguindo frotas nórdicas que também em Aveiro se abasteciam das salinas locais (Bastos, 2009).

A Ria de Aveiro integra, para fins estatísticos, a NUTS III do Baixo Vouga, sob jurisdição da Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAP Centro) e representa a área de maior concentração da atividade piscatória do litoral centro, distribuída por diversos segmentos. Como resultado da atividade, em 2014 foram descarregadas no porto de Aveiro cerca de 9,5 mil toneladas de pescado fresco ou refrigerado, no valor aproximado de 15,5 milhões de euros. Estes valores provêm em larga maioria de espécies capturadas fora da Ria de Aveiro, na zona costeira, destacando-se o carapau e o polvo, acima das 2,3 e 1,5 mil toneladas, respetivamente (INE, 2015).

A frota de pesca sediada na Ria de Aveiro representa diferentes tipologias. Quanto à pesca costeira, é na região de Aveiro que se concentra a maior frota nacional dedicada ao arrasto, com 26 das cerca de 80 embarcações, em contraste com a pesca de cerco, para a qual se regista apenas uma embarcação. Embora a atividade da pesca não corresponda estritamente ao número e tipo de embarcação registadas em cada local, fica patente que a pesca costeira na região de Aveiro é dominada pela arte do arrasto. No total (arrasto e cerco) estima-se que a pesca costeira crie cerca de 220 postos de trabalho (DRAP Centro, 2015). A Ria de Aveiro reúne também uma frota de pesca longínqua, sediada no porto de pesca longínqua ou "cais bacalhoeiro". Os Armadores da Região Centro registam a maior frota nacional, com 13 das 21 embarcações superiores a 40 metros, empregando cerca de 5 centenas de pessoas (DRAP Centro, 2015; INE, 2015). Para além da pesca costeira e longínqua, o segmento da frota com mais importância para este estudo é a pequena pesca, representada por pequenas embarcações que operam geralmente dentro da Ria. Existe também a atividade exercida a pé por mariscadores e outras formas de pesca apeada. Esta pesca local sustenta atualmente cerca de 600 famílias nas comunidades ribeirinhas do distrito de Aveiro,

intensificando-se nos concelhos da Murtosa e de Ílhavo (75% da atividade). Em 2014 foram emitidas 515 licenças de pesca local, que fizeram render 3,5 milhões de euros em vendas de pescado, destacando-se a “berbigoeira”, para bivalves, o “tresmalho de fundo”, para choco e linguado, e o “tresmalho de deriva”, para a lampreia e o sável, como as artes mais rentáveis. Menos frequente, a arte “xávega” é praticada em períodos de menor agitação marítima, particularmente no verão, representando um atrativo turístico das praias da região (DRAP Centro, 2015).

Destinadas maioritariamente aos bivalves, as licenças para apanhadores de animais totalizaram 206 títulos emitidos em 2014, enquanto para a pesca apeada se manteve abaixo dos 40 títulos (INE, 2015). A apanha de bivalves é uma atividade socioeconómica relevante para as comunidades piscatórias e presume-se que muitas pessoas a pratiquem sem a referida licença, infringindo a lei e arriscando coimas, beneficiando por outro lado das fracas medidas de fiscalização (Comissão Europeia, 2010; Maia e Gaspar, 2014).

Provavelmente, a maior crise que a Ria de Aveiro atravessa neste momento é a decorrente da sobreexploração dos seus recursos haliêuticos, nomeadamente os bancos de bivalves. O berbigão (*Cerastoderma edule*), a amêijoia-boia (*Ruditapes decussatus*) e a amêijoia-macha (*Venerupis corrugata*) representam historicamente as pescarias mais importantes na Ria, destinando-se principalmente para exportação. Há mais de duas décadas que estes bancos têm vindo a ser explorados pela pequena pesca e por mariscadores apeados, muitas vezes não respeitando o tamanho mínimo de captura e exercendo uma pressão forte sobre as populações destes bivalves. Mais grave, ainda, é a apanha ilegal daquelas espécies de amêijoia por mergulhadores que conseguem capturas superiores às obtidas pelos métodos convencionais, dado que o mergulho permite identificar a posição dos bivalves em bancos submareais. Acresce, também, o grande número de apanhadores não licenciados que exercem um intenso esforço de pesca apeada em bancos intermareais, quer para venda local quer para consumo próprio. A sobreexploração exercida ao longo dos últimos anos conduziu as pescarias de amêijoia-boia e de amêijoia-macha ao colapso. De facto, quer os dados científicos (Maia e Gaspar, 2014) quer o testemunho dos pescadores, indicam claramente que a abundância destas espécies de amêijoia com elevado valor comercial é, actualmente, extremamente baixa. Para agravar esta situação, a amêijoia-japónica (*Venerupis philippinarum*), uma espécie introduzida recentemente na Ria de Aveiro, tornou-se muito abundante e constitui já uma das principais pescarias na Ria de Aveiro (DRAP Centro, 2015). Esta espécie exótica pode competir com as espécies nativas de amêijoia pelo espaço e pelo

alimento e, para além disso, pode hibridizar com a amêijoia-bou (Habtemariam *et al.*, 2015), o que representa uma ameaça adicional para a preservação do património genético das populações nativas da Ria de Aveiro.

## **2.2. AQUICULTURA *VERSUS* PESCA: UM CASO DE ESTUDO EM ECOLOGIA APLICADA**

A aquicultura e a pesca são actividades que podem interagir, numa perspectiva da gestão e conservação dos recursos haliêuticos. Tomando como exemplo os bivalves, a situação de colapso das pescarias da amêijoia-bou e amêijoia-macha, com possível risco de extinção destas espécies na Ria de Aveiro, obriga à tomada de medidas urgentes para a recuperação dos bancos naturais. Segundo Maia e Gaspar (2014) estas medidas podem passar pela criação de zonas de interdição de pesca e/ou pelo repovoamento artificial. No entanto, o risco de insucesso de uma e da outra medida pode ser elevado se as causas que estão na génese da presente crise não forem resolvidas, nomeadamente, a pesca ilegal em zonas interditas e a pesca desenfreada em futuras zonas repovoadas. Existe uma medida, no entanto, que pode ser mais eficiente para mitigar este problema e que não traz custos para as entidades públicas envolvidas: o incentivo da aquicultura de ambas as espécies na Ria de Aveiro, com sementes produzidas com base em reprodutores seleccionados das populações locais. Novas áreas dedicadas à aquicultura destas espécies podem constituir reservas protegidas de biomassa desovante para o repovoamento natural da Ria de Aveiro. A emissão de gâmetas dos animais estabulados permitiria a disseminação de ovos e larvas para fora das áreas confinadas à aquicultura, podendo as larvas circular livremente pelas águas da Ria e assentar em zonas mais propícias ao seu desenvolvimento, reconstituindo a fauna nativa deste importante ecossistema e revitalizando a pesca dirigida a estas espécies. Desta forma, para além do interesse associado à aquicultura destas espécies de elevado valor comercial, ocorreria também a recuperação da actividade pesqueira, ambas gerando riqueza e emprego para a região.

## **2.3. EVOLUÇÃO DA AQUICULTURA NA RIA DE AVEIRO**

A aquicultura na Ria de Aveiro foi praticada em regime extensivo até à década de 1970 como actividade complementar à produção de sal. Durante o interregno da salicultura no inverno, as marés conduziam peixe aos esteiros, que aí se alimentavam e eram capturados antes da nova safra. Na década de 80, e com a produção de sal em declínio, a piscicultura em esteiro expandiu-se no salgado da Ria de Aveiro, motivada

pela entrada de Portugal na CEE e impulsionada por incentivos financeiros comunitários aliciantes. A produção de robalo e dourada em regime semi-intensivo foi a escolha predominante dos aquicultores, embora hoje o negócio se encontre fragilizado devido, principalmente, à forte concorrência no setor e ao aumento dos custos de produção (ver 2.4.2).

A aquicultura de bivalves na Gafanha da Encarnação teve início em 1991, por atribuição de lotes em concurso pela junta autónoma do Porto de Aveiro. No primeiro ano foi iniciada a cultura de fundo de amêijoia-boia em regime extensivo, dado o elevado valor comercial desta espécie, mas o roubo de amêijoia dos viveiros levou os aquicultores a abandonarem a produção e a procurar uma espécie alternativa. Reiniciaram, assim, a actividade com a produção de ostra japonesa. O roubo da ostra não acontecia porque o valor comercial deste produto é baixo e porque não há escoamento do produto no mercado local (não existem hábitos de consumo deste bivalve em Portugal). A qualidade desta ostra é muito apreciada em França e a rentabilidade era muito atractiva, o que fez com que a produção continuasse até ao presente com bastante sucesso, dirigindo-se quase totalmente para produção para França (figura 2-C). O método utilizado foi a cultura extensiva sobre-elevada, em que a ostra é colocada em sacos de rede que são dispostos sobre mesas na zona entre marés (ver 2.4.2). Entretanto, o cultivo de fundo de amêijoia-boia e amêijoia-japónica ocorreu esporadicamente na Gafanha da Encarnação em pequenas áreas adjacentes à ostreicultura, mas com volumes de produção insignificantes.

Ao longo do tempo a aquicultura na Ria de Aveiro tem sofrido transformações, havendo estabelecimentos antigos que terminaram a sua actividade - principalmente no ramo da cultura semi-intensiva de robalo e dourada - enquanto surgiram outros que começaram novas culturas, nomeadamente, na área da piscicultura intensiva. Houve, inclusivamente, unidades que abriram e fecharam num espaço de poucos anos, como é o caso da produção de mexilhão em jangadas flutuantes no Canal de S. Jacinto, que foi iniciada em meados da década passada. Tendo havido uma transformação considerável deste setor nesta região, importa fazer, de seguida, uma caracterização do estado atual da aquicultura na Ria de Aveiro, referente ao ano de 2015.

## **2.4. O ESTADO ATUAL DA AQUICULTURA NA RIA DE AVEIRO**

Recorrendo a inquéritos realizados a profissionais que operam no setor, durante 2015, e a dados publicados, é possível fazer um levantamento da área ocupada atualmente pelos vários estabelecimentos de aquicultura na região de Aveiro, bem como das



espécies que se cultivam e o regime de exploração praticado (tabela 1; figura 2). Em 2015 estão licenciadas 72 unidades aquícolas para produção extensiva e semi-intensiva. Na proximidade da Ria, edificadas em terra, existem mais duas pisciculturas a laborar em regime intensivo (tabela 1): a Acuinova - Actividades Piscícolas S.A, em Mira, e a Aquacria Piscícolas S.A, na Torreira.

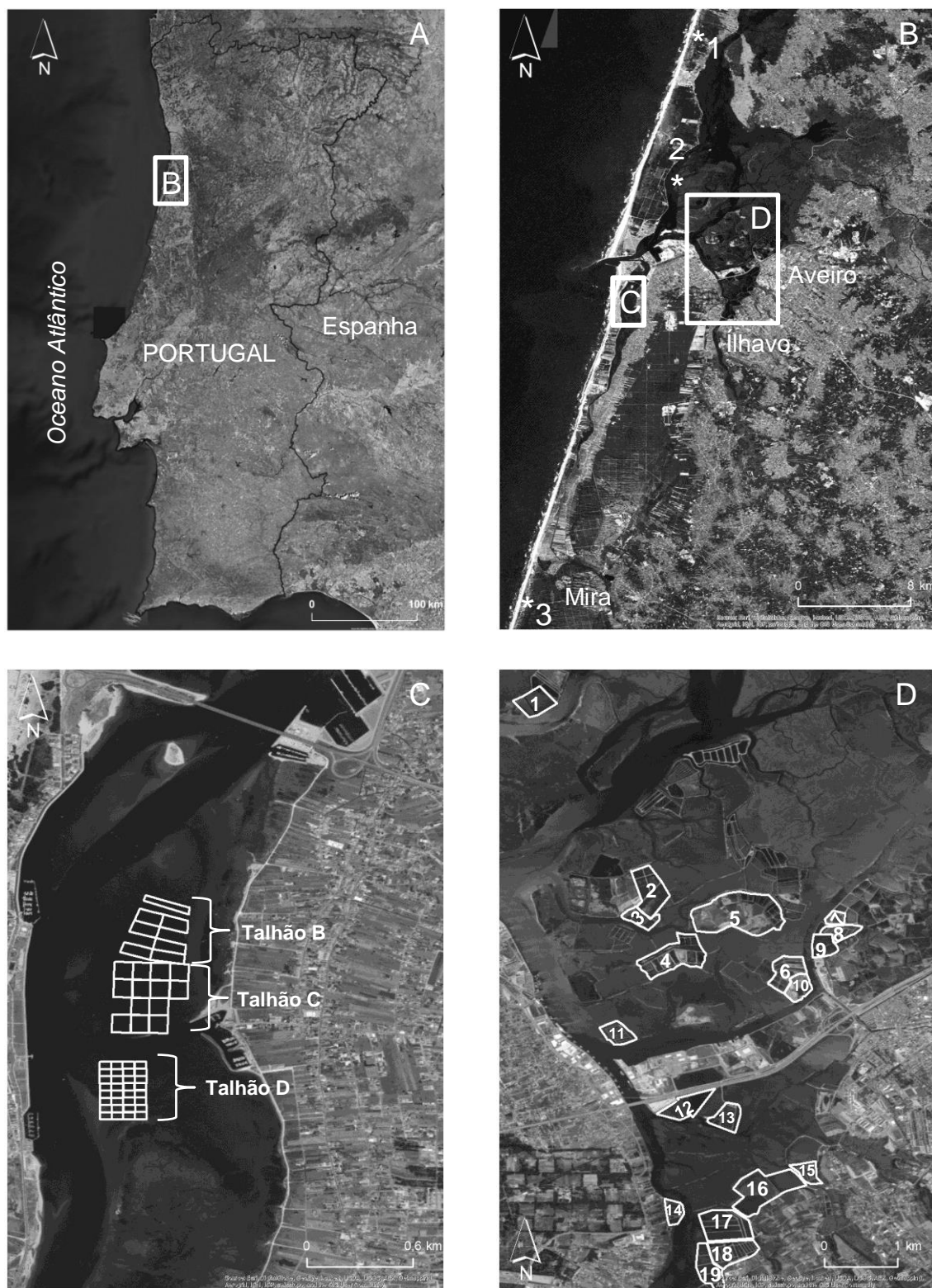
**Tabela 1. Estabelecimentos com atividade em aquicultura na região da Ria de Aveiro, com a indicação da referência nos mapas B, C e D da figura 2. A primeira letra da referência corresponde à identificação do mapa respectivo (exemplo: a referência D6 corresponde à área nº 6 no mapa D), sendo que no mapa C as referências correspondem ao talhão respectivo (exemplo: CTC corresponde a uma unidade no talhão C). Esta informação surge do cruzamento da informação recolhida com aquicultores, com a ARH Centro (Administração da Região Hidrográfica do Centro) e com a última divulgação da Direção-Geral da Agricultura e Pescas (DRAP Centro, 2015) relativamente ao setor.**

<b>Designação</b>	<b>Ref.</b>	<b>Área a)</b>	<b>Principais espécies</b>	<b>Regime</b>
Acuinova	B3	43,8	Pregado	intensivo
Aquacria	B1	0,6	Linguado	intensivo
Corte das Freiras	D13	8,5	Robalo, dourada, ostra	semi-intensivo
Aguacircia	D6	11,6	Robalo, dourada	semi-intensivo
Aguarela	D11	7,5	Robalo, dourada	semi-intensivo
António Almeida	D16	25,9	Robalo, dourada	semi-intensivo
Fonegra	D15	5,4	Robalo, dourada	semi-intensivo
Materáqua + AlgaPlus	D18	13,6	Robalo, dourada, algas	semi-intensivo
Riaqua	D8	5,9	Robalo, dourada	semi-intensivo
Ilha dos Puxadoiros	D5	41,7	Sal, ostra, robalo, linguado	semi-intensivo
Cestas Douradas	D4	22,8	Robalo, ostra	semi-intensivo
PESCAVE	D3	6,0	Pregado, dourada	semi-intensivo
Boca torta	D7	3,1	Robalo, dourada, ostra	semi-intensivo
Sopiba	D10	7,3	Robalo, dourada, linguado, enguia	semi-intensivo
Piscicultura em extensivo 1	D14	5,1	peixe indiferenciado	extensivo
Piscicultura em extensivo 2	D17	18,6	peixe indiferenciado	extensivo
Piscicultura em extensivo 3	D19	10,8	peixe indiferenciado	extensivo
Piscicultura em extensivo 4	D9	6,7	peixe indiferenciado	extensivo
Piscicultura em extensivo 5	D1	10,2	peixe indiferenciado	extensivo
Piscicultura em extensivo 6	D2	16,2	peixe indiferenciado	extensivo
Piscicultura em extensivo 7	D12	10,4	peixe indiferenciado	extensivo
Andrea Pereira Soares C12	CTC	0,8	ostra	extensivo
José Paulo Nunes Graça C5c	CTC	0,8	ostra	extensivo
José Paulo Nunes Graça C6c	CTC	0,8	ostra	extensivo
Alberto Carlos Oliveira D11b	CTD	0,2	ostra	extensivo
Maria Margarida Casqueiro	CTD	0,2	ostra	extensivo
João José Ramos Santos D17a	CTD	0,2	ostra	extensivo
Orlando Bernardo de Sá D17b	CTD	0,2	ostra	extensivo
Bruno Miguel da Silva D17c	CTD	0,2	ostra	extensivo
Paulo Ramos D23a	CTD	0,2	ostra	extensivo
Paulo Ramos D29a	CTD	0,2	ostra	extensivo
Edite Graça Loureiro D29b	CTD	0,2	ostra	extensivo
B7	CTB	0,7	ostra	extensivo
B9	CTB	0,8	ostra	extensivo
B10	CTB	0,8	ostra	extensivo
B11	CTB	0,8	ostra	extensivo
B14	CTB	0,8	ostra	extensivo
B15	CTB	0,8	ostra	extensivo
B16	CTB	0,8	ostra	extensivo

(continuação)

(continuação)

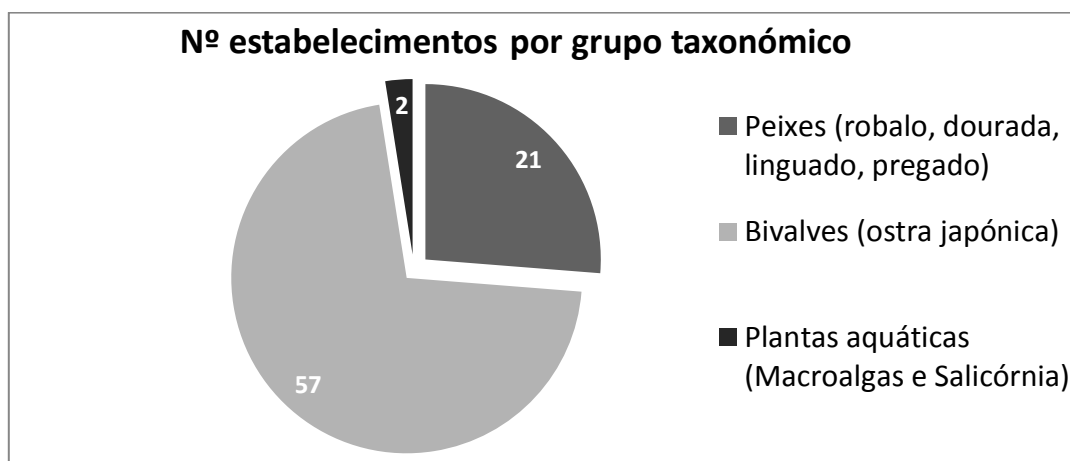
Troféucoral C9	CTC	0,8	ostra	extensivo
João Sanchez C6a	CTC	0,8	ostra	extensivo
Som de Buzios C10	CTC	0,8	ostra	extensivo
Andreia Pereira Soares C13	CTC	0,8	ostra	extensivo
Carlos Moreira Ramos C11	CTC	0,8	ostra	extensivo
Cristiano Caçoilo C4	CTC	0,8	ostra	extensivo
Diamantino Martins C1	CTC	0,8	ostra	extensivo
Biváqua C2	CTC	0,8	ostra	extensivo
Carlos Oliveira C3	CTC	0,8	ostra	extensivo
Eliana Maria Silva Martins C3a	CTC	0,8	ostra	extensivo
D10a	CTD	0,2	ostra	extensivo
D10b	CTD	0,2	ostra	extensivo
D10c	CTD	0,2	ostra	extensivo
D10d	CTD	0,2	ostra	extensivo
D11a	CTD	0,2	ostra	extensivo
D11c	CTD	0,2	ostra	extensivo
D16a	CTD	0,2	ostra	extensivo
D16b	CTD	0,2	ostra	extensivo
D16c	CTD	0,2	ostra	extensivo
D16d	CTD	0,2	ostra	extensivo
D17d	CTD	0,2	ostra	extensivo
D22a	CTD	0,2	ostra	extensivo
D22b	CTD	0,2	ostra	extensivo
D22c	CTD	0,2	ostra	extensivo
D22d	CTD	0,2	ostra	extensivo
D23b	CTD	0,2	ostra	extensivo
D23c	CTD	0,2	ostra	extensivo
D23d	CTD	0,2	ostra	extensivo
D28a	CTD	0,2	ostra	extensivo
D28b	CTD	0,2	ostra	extensivo
D28c	CTD	0,2	ostra	extensivo
D28d	CTD	0,2	ostra	extensivo
D29c	CTD	0,2	ostra	extensivo
D29d	CTD	0,2	ostra	extensivo
Troféucoral - Ilha da Gaivota	B2	4,2	ostra	extensivo
<b>TOTAL</b>		<b>309 ha</b>		



**Figura 2. Localização geográfica (A) e distribuição das unidades aquícolas na região da Ria de Aveiro (B). O mapa C corresponde à zona de produção de ostra no canal de Mira e o mapa D à zona do Salgado, onde predominam as pisciculturas. Os asteriscos (\*) correspondem à localização das unidades em B, sendo que em C e D as unidades estão identificadas e delineadas por uma linha branca.**

#### 2.4.1. Área de ocupação e espécies cultivadas

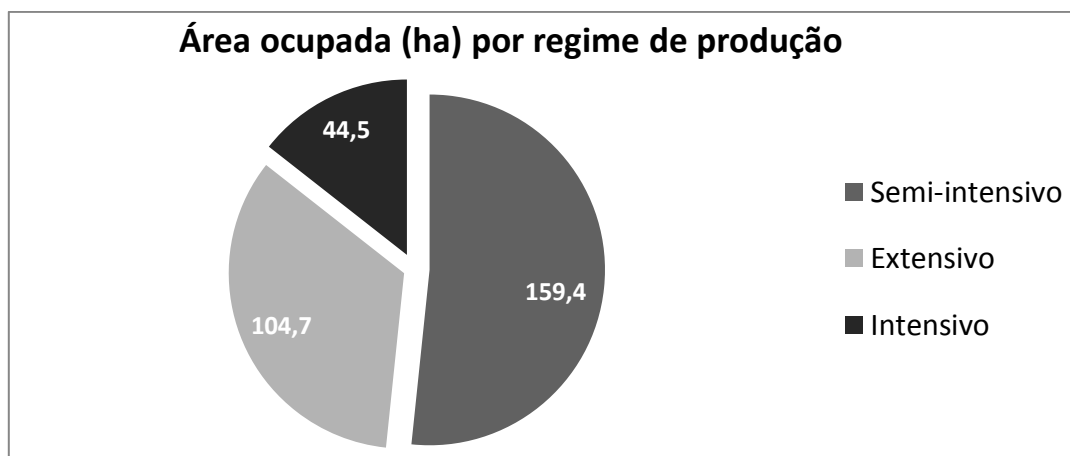
A área total utilizada para aquicultura na Ria de Aveiro é de aproximadamente 309 ha, sendo dirigida a espécies que representam três grupos taxonómicos distintos: plantas, bivalves e peixes. A maior parte dos estabelecimentos de aquicultura dedicam-se ao cultivo de bivalves (57), seguindo-se os que produzem peixe (21) e os que cultivam plantas aquáticas (2) (figura 3).



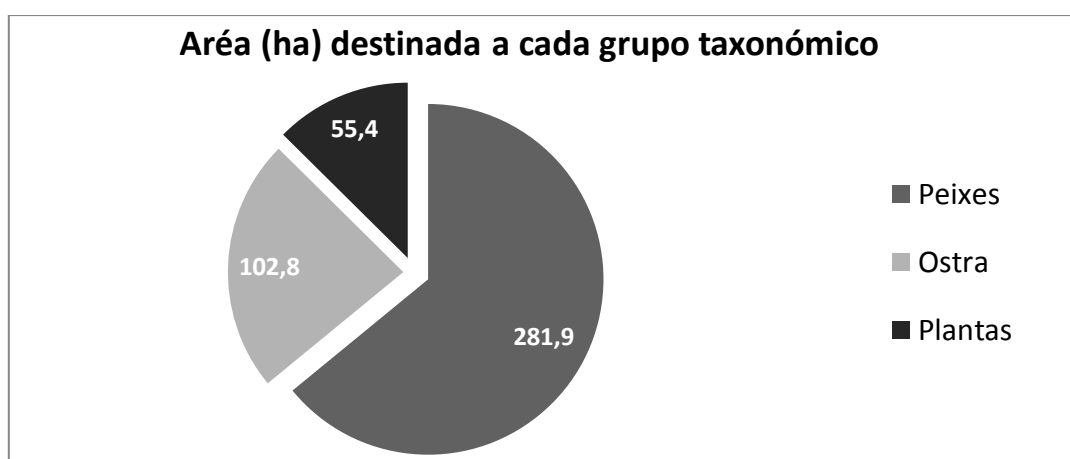
**Figura 3. Grupos taxonómicos produzidos em aquicultura na região da Ria de Aveiro.**

A produção em regime semi-intensivo de robalo e dourada é a que representa maior ocupação (figura 4) mas, de acordo com os entrevistados, uma área significativa das pisciculturas está subaproveitada. Embora com licenças válidas, apenas cerca de metade das pisciculturas licenciadas mantêm atividade regular.

Os estabelecimentos em regime extensivo dedicam-se maioritariamente ao crescimento da ostra japónica (*C. gigas*). A produção deste bivalve concentra-se na zona intermareal a norte do Canal de Mira (Gafanha da Encarnação), já referida anteriormente, estando classificada pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) com o código RIAV2, referente a uma das 4 zonas de produção de bivalves definidas para a Ria de Aveiro (IPMA, 2013). Em 2015 foi iniciada a aquicultura extensiva desta espécie de ostra no canal de S. Jacinto (RIAV1).



**Figura 4.** Área ocupada pelos regimes de produção aquícola na Ria de Aveiro, num total de 309 hectares.



**Figura 5.** Área (ha) destinada à produção da aquicultura por grupos taxonómicos. Estes valores compreendem a soma da área total dos estabelecimentos com produção de pelo menos um representante de cada grupo (Exemplo: Estabelecimento de 10 ha com produção de ostra e robalo = 10 ha robalo + 10 ha ostra).

Segundo a DRAP Centro (2015), em 2014 estavam licenciadas 24 áreas de 8000 m<sup>2</sup> destinadas ao cultivo de ostra (talhões B e C), mas pelo menos 4 dessas explorações não tiveram atividade em 2015. Para o talhão D foram emitidas 32 licenças, com áreas pré-estabelecidas de 2000 m<sup>2</sup> (figura 2-C). Cada lote de 8000 m<sup>2</sup> tem capacidade para produzir anualmente 30 toneladas de ostra (DRAP Centro, 2015), estimando-se uma capacidade de produção total de 840 toneladas anuais deste bivalve no Canal de Mira. Como referido acima, no canal de S. Jacinto surgiu em 2015 um novo estabelecimento de ostreicultura (para a mesma espécie *C. gigas*, figura 2-B2) que já arrancou a sua actividade. Esta nova unidade em S. Jacinto poderá vir a ocupar 13 ha num futuro próximo, fazendo com que a capacidade total de produção de ostra na Ria de Aveiro possa facilmente ultrapassar as 1000 ton/ano, o que é muito significativo no contexto da

aquicultura nacional. Existem ainda 4 pisciculturas em esteiro a produzir ostra, sendo que nestes caso a produção é classificada como semi-intensiva por estar integrada na produção de peixe nesse regime. A cultura de ostra em esteiro está numa fase embrionária mas segundo a DRAP Centro (2015) é uma tendência em crescendo. As pisciculturas que adotaram a espécie estão a colocar a produção de peixe em segundo plano dado o interesse nesta cultura. Se esta tendência se concretizar, a Ria de Aveiro poderá destacar-se ainda mais neste setor e poder vir a ser um importante centro de produção de ostras. Ainda em regime extensivo há pelo menos 7 estabelecimentos (figura 2-D) referentes a antigas pisciculturas semi-intensivas e de onde são ocasionalmente retiradas pequenas quantidades de peixe selvagem que, por ação das marés, fica retido e cresce nos antigos tanques, entre os quais enguias.

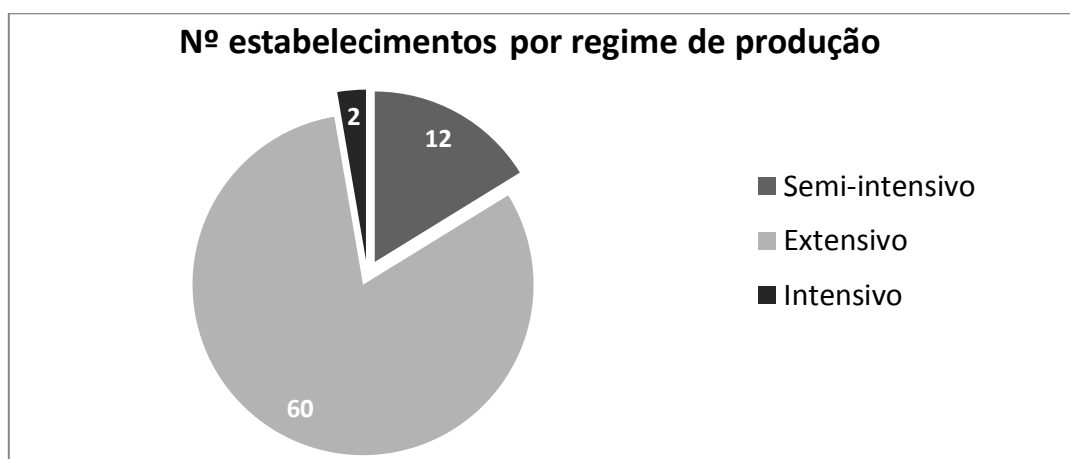


Figura 6. Número de estabelecimentos por regime de produção aquícola na região da Ria de Aveiro, num total de 74 unidades

#### 2.4.2. Principais metodologias de produção

No que diz respeito ao regime extensivo, a metodologia mais praticada na produção de ostra é o cultivo sobreelevado (figura 7), em que as ostras são confinadas em sacos fixos a estruturas metálicas ("mesas"), mantendo-as cerca de meio metro acima do fundo do canal. As ostras alimentam-se de plâncton e matéria suspensa na água circulante, cujo fluxo é assegurado por marés bidiárias e que estabelecem uma alternância entre períodos de submersão e exposição ao ar nas zonas intermareais. A semente, por norma proveniente de maternidades francesas (pode ser também de captação natural em França), é fornecida para pré-engorda com cerca de 4 mm e acondicionada em sacos de *nylon*, que facilitam o fluxo de água e evitam a predação e a acumulação de sedimento. Nesta fase a manutenção inclui pelo menos uma calibração e a transferência para sacos

de malha maior, aproximadamente 8 meses depois da chegada. Nesse momento transita-se para a fase de engorda, que se prolonga até cerca dos 16 meses, quando a ostra atinge o tamanho comercial, entre 8 e 10 cm e cerca de 80 g. Para indivíduos de crescimento lento pode estender-se até aos 3 anos (Costa, 2011; Neto, 2011). Com a perspectiva de alargamento da ostreicultura, os produtores apontam como principais dificuldades a resolver no futuro a falta de maternidades nacionais, que obriga à importação da semente, e os prejuízos derivados de picos ocasionais de mortalidade.



**Figura 7. Zona de produção de ostra no canal de Mira, junto ao Cais da Bruxa, Gafanha da Encarnação.**

O regime semi-intensivo incide sobre a piscicultura de robalo (*D. labrax*) e dourada (*S. aurata*) em esteiro, isto é, implementada em tanques de terra convertidos de antigas salinas (figura 8). Desta prática resultam ainda outras espécies em quantidades insignificantes, que provêm do meio natural aquando das trocas de água. A produção semi-intensiva de robalo e dourada assenta no crescimento e engorda de alevins durante um período de cerca de dois anos - com alimentação à base de ração e da produtividade natural do tanque - até ser atingido o tamanho comercial com cerca de 350 g por peixe. Alguns estabelecimentos apostam na produção de robalo e dourada de tamanho um pouco superior para satisfazer alguns nichos de mercado. A renovação de água dos tanques é assegurada pelas marés e mediada por comportas, trocando diariamente, em média, cerca de um terço do volume total. A entrada de água salgada do meio natural é fundamental para a manutenção da qualidade do meio, e representa também uma fonte de alimento complementar (Hussenot, 2003). Um dos parâmetros limitantes neste tipo de produção é a concentração de oxigénio dissolvido na água, estando os tanques dotados de equipamento de arejamento e/ou oxigenação para prevenir situações de hipoxia.

Este modelo de produção estabeleceu-se na Ria há cerca de 30 anos, seguindo uma tendência nacional motivada por fundos da CEE, que visava libertar a pressão sobre as pescas (Bernardino, 2000), não tendo todavia ocupado uma área significativa das antigas salinas (MultiAveiro, 2007). Na última década tem-se assistido a um decréscimo na atividade, que segundo os piscicultores tem como principais causas:

- o sucessivo aumento do preço da ração;
  - a predação cada vez mais intensificada pelos corvos marinhos, gerando elevadas perdas de peixe;
  - a concorrência da produção no Mediterrâneo, nomeadamente de Espanha, Grécia e Turquia, favorecidos pelas condições climáticas e por políticas de incentivo nesses países;
  - os roubos e a insegurança;
  - burocracia do licenciamento e afins;
  - o assoreamento dos tanques, que acrescenta custos de manutenção e arejamento
- (Comissão Europeia, 2010).



**Figura 8. Eutrofização (A) e degradação de muros (B) e tanques (C) em pisciculturas de esteiro, no salgado da Ria de Aveiro.**

O regime de produção intensivo é praticado em edifícios térreos, com tecnologia avançada que requer investimentos avultados e mão-de-obra especializada. As duas estruturas a operar neste regime de produção na região da Ria de Aveiro destinam-se à pré-engorda e engorda de peixes planos, distinguindo-se nas suas técnicas de cultivo. A Aquacria, na Torreira, têm por base um sistema de recirculação de água, que é classificado pela Comissão Europeia (2010) como hiper-intensivo, para a produção de linguado (*S. senegalensis*). O sistema de recirculação exige equipamento e custos relativamente elevados para o tratamento da água, mas permite o controlo total dos parâmetros ambientais, aliando o crescimento rápido a um produto de elevada qualidade. Com o empilhamento de tanques "raceway" e tendo em conta toda a área edificada, tem capacidade para produzir quase 70 kg/m<sup>2</sup> de linguado, num total de 400 toneladas em 6000 m<sup>2</sup>. Na Acuinova, o pregado (*P. maxima*) é cultivado em sistema aberto, com a captação e libertação de água do mar num só ciclo. Esta unidade está capacitada para render 7000 toneladas anuais numa área superior a 40 hectares, na sua quase totalidade para exportação (Cassamo, 2012). Em ambos os casos a alimentação é totalmente artificial e distribuída automaticamente, salvo raras exceções. Os alevins utilizados para a



engorda nestes dois estabelecimentos provêm de maternidades próprias dos grupos empresariais respetivos: uma de linguado situada a norte do país (no caso da Aquacria) e duas de pregado (alevins com 10 a 15 gramas) localizadas em Espanha (no caso da Acuinova).

## **2.5. PERSPETIVAS FUTURAS**

Com a integração de Portugal na CEE em 1986, e a conseguinte aplicação de políticas de incentivo económico à aquicultura, a produção semi-intensiva de robalo e dourada esteve na base do crescimento da aquicultura na Ria de Aveiro, contribuindo ainda para a preservação das estruturas das antigas salinas. No entanto, este ramo da aquicultura tem vindo a decair devido a uma conjugação de fatores já referidos anteriormente. A apreciação da ostra japonesa produzida na Ria de Aveiro apresenta boas perspetivas para neutralizar os efeitos do abandono da piscicultura. Implementada há pouco mais de duas décadas, a ostreicultura atravessa um período próspero na Ria de Aveiro e prevê-se a sua expansão no futuro. Com a produção de peixe em esteiro asfixiada pelo mercado externo (Grigorakis e Rigos, 2011; Sousa, Soares e Fontes, 2014), os tanques subaproveitados têm vindo a ser adotados para a co-produção deste bivalve, pelo que esta transição se deve intensificar. A dispensa dos custos da ração é um fator que abona a favor desta mudança, devendo ser consideradas as características dos tanques e as adaptações necessárias para se renovar um maior volume de água. A expansão da atividade impõe também a necessidade em avaliar o impacto ecológico do seu cultivo em larga escala, considerando que a prática tradicional em bancos intermareais está associada ao empobrecimento da biodiversidade bentónica (Bouchet e Sauriau, 2008; Costa, 2011; Quintino *et al.*, 2012) e ao facto de a espécie apresentar um potencial invasor (Troost, 2010).

Embora atravessasse um período de instabilidade na oferta de produtos da aquicultura, a Ria de Aveiro tem provas dadas da sua produtividade e da qualidade dos organismos que fornece. Na recente conjuntura económica, têm sido dados passos importantes na aceitação do produto não-selvagem, e a crescente demanda de proteína animal deve estimular a que áreas como a Ria de Aveiro se afirmem como fontes confiáveis desse produto. A sustentabilidade da produção e o marketing são dois fatores que influenciam altamente a escolha do consumidor, e havendo uma disponibilidade permanente do produto há uma maior probabilidade de se gerarem hábitos de consumo. A estes fatores devem ser ainda acrescentadas medidas governamentais de incentivo ao consumo de produtos nacionais e regionais e de apoio à gestão empresarial. A aquicultura deve ser

vista como um negócio, com um processo verticalizado para nichos específicos, isto é, produzir com objetivos clarificados quanto ao escoamento e valorização do produto. A alternativa pode passar pela oferta de espécies menos vulgares no mercado ou por um investimento declarado na qualidade, não descurando as suas contrapartidas (Sousa, Soares e Fontes, 2014). Os sistemas intensivos são os mais capacitados para preencher estes requisitos, mas em contrapartida o capital necessário à sua implementação é praticamente inabarcável pela maioria das empresas.

O salgado da Ria de Aveiro dispõe de amplas condições para albergar diversos modelos de aquicultura, devendo naturalmente evitar-se metodologias que no passado não cumpriram as expectativas de rentabilidade. O custo do alimento na produção de peixes carnívoros é a principal causa da perda de competitividade para o mercado externo, que pode ser amortizado com a produção de espécies de níveis tróficos inferiores. De acordo com as políticas comunitárias (Comissão Europeia, 2015) e de forma a poderem capitalizar-se, é também importante que o setor, uma vez composto essencialmente por PME, procure sinergias com entidades de ensino e investigação, de forma a desenvolver novas alternativas e ferramentas de otimização dos sistemas de produção.

Relativamente aos bivalves nativos, cuja aquicultura é praticamente inexistente, a Ria de Aveiro tem sido alvo de estudos que, embora focando a componente toxicológica e ambiental, apontam resultados favoráveis ao seu consumo e produção (Velez *et al.*, 2015). Em resultado da sua escassez, a amêijoia-boia e a amêijoia-macha têm elevado valor e procura no mercado e o seu cultivo, além de uma oportunidade de negócio, deverá favorecer a recuperação dos próprios *stocks* selvagens. No entanto, o reatar deste tipo de produção deve ser sustentado num plano financeiro e científico ponderado, e está dependente da resolução de limitações como doenças, mortalidade e reprodução, para representar uma alternativa sustentável do ponto de vista ecológico, económico e social. Um obstáculo importante à prática da aquicultura da amêijoia-boia e a amêijoia-macha na Ria de Aveiro é, sem dúvida, o roubo dos *stocks* em zonas não confinadas e à mercê de furtos. Este problema aconteceu em viveiros localizados em zonas intermareais, como já foi acima referido. No entanto, a possibilidade de cultivar amêijoia em tanques de terra pode diminuir drasticamente este problema, uma vez que os estabelecimentos podem ser vedados. Assim, à semelhança da ostra, a amêijoia poderia ser cultivada em tanques de piscicultura abandonados, adaptando as instalações existentes para esse efeito e desenvolvendo novas tecnologias de produção. Se o cultivo for viável nestas condições, e atendendo ao elevado valor comercial destas espécies,

existem fortes possibilidades de se iniciar um novo segmento de aquicultura na Ria de Aveiro, que poderá florescer rapidamente no futuro, posicionando a Ria como um importante produtor de bivalves no panorama nacional e internacional. Se, além disso, se aplicarem técnicas de cultivo semi-intensivo que maximizem a produção da amêijoia por área de tanque disponível, a aquicultura destas espécies nativas poderá ter um futuro muito promissor. Esta é a aposta da empresa de aquicultura C-Food S.A., na qual se realizou o presente trabalho de dissertação de mestrado. Neste contexto, foi necessário testar novas tecnologias de produção destas espécies de amêijoia em tanques de terra, o que constitui o objectivo do próximo capítulo.

## 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. et al. - Jornadas da Ria de Aveiro 2011 - Livro de Actas. Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro: Aveiro. ISBN 9789727893379. (2011) 373pp.
- ARAÚJO, I. B.; DIAS, J. M.; PUGH, D. T. - Model simulations of tidal changes in a coastal lagoon, the Ria de Aveiro (Portugal). *Continental Shelf Research*. ISSN 02784343. 28:8 (2008) 1010–1025. doi: 10.1016/j.csr.2008.02.001.
- ARH CENTRO, Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. - Relatório sobre as atividades desenvolvidas no âmbito da Ria de Aveiro 2011. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território: Coimbra. (2012) 34pp.
- BARROSO, C. M.; MOREIRA, M. H.; GIBBS, P. E. - Comparison of imposex and intersex development in four prosobranch species for TBT monitoring of a southern European estuarine system (Ria de Aveiro, NW Portugal). *Marine Ecology Progress Series*. ISSN 01718630. 201 (2000) 221–232. doi: 10.3354/meps201221.
- BASTOS, M. R. - No trilho do sal: Valorização da história da exploração das salinas no âmbito da gestão costeira da laguna de Aveiro. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 9:3 (2009) 25–43. doi: 10.5894/rgci161.
- BERNARDINO, F. N. V. - Review of aquaculture development in Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*. ISSN 01758659. 16:4-5 (2000) 196–199. doi: 10.1046/j.1439-0426.2000.00262.x.
- BOUCHET, V. M. ; SAURIAU, P. G. - Influence of oyster culture practices and environmental conditions on the ecological status of intertidal mudflats in the Pertuis Charentais (SW France): a multi-index approach. *Marine Pollution Bulletin*. ISSN 0025-326X. 56:11 (2008) 1898–912. doi: 10.1016/j.marpolbul.2008.07.010.
- CARREGOSA, V. et al. - Physiological and biochemical responses of three Veneridae clams exposed to salinity changes. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*. ISSN 1879-1107. 177-178 (2014) 1–9. doi: 10.1016/j.cbpb.2014.08.001.

- CASSAMO, A. - Aquicultura em Portugal, Produção Intensiva de Pregado (*Psetta maxima*). Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária: Lisboa. (2012) 125pp.
- CHAPMAN, P. M. - Management of coastal lagoons under climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. ISSN 02727714. 110 (2012) 32–35. doi: 10.1016/j.ecss.2012.01.010.
- COMISSÃO EUROPEIA - Assessment of the status, development and diversification of fisheries-dependent communities. Aveiro, Portugal - Case study report. MRAG Consortium: Socioeconomic dependency case study reports no. Fish / 2006 / 09. (2010) 34pp.
- COMISSÃO EUROPEIA, Direção-Geral dos Assuntos Marítimos e das Pescas - As pequenas empresas podem fomentar o «crescimento azul» e colocar a Europa no caminho da recuperação. Revista em linha, Assuntos Marítimos & Pescas na Europa: Bruxelas. ISSN 2315-2656. 66 (2015) 4–5.
- COSTA, A. R. A. - Intertidal benthic macrofauna alterations due to oyster culture. Dissertação de Mestrado. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro: Aveiro. (2011) 60pp.
- DRAP CENTRO, Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro - Pescas e Aquacultura na Região Centro, Breve Caracterização. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas: Coimbra. (2015) 12pp.
- DUCK, R. W.; SILVA, J. F. - Coastal lagoons and their evolution: A hydromorphological perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. ISSN 02727714. 110 (2012) 2–14. doi: 10.1016/j.ecss.2012.03.007.
- FIDÉLIS, T.; CARVALHO, T. - Estuary planning and management: the case of Vouga Estuary (Ria de Aveiro), Portugal. *Journal of Environmental Planning and Management*. ISSN 0964-0568. 58:7(2015) 1173–1195. doi: 10.1080/09640568.2014.918874.
- GALANTE-OLIVEIRA, S. et al. - *Hydrobia ulvae* imposex levels at Ria de Aveiro (NW Portugal) between 1998 and 2007: a counter-current bioindicator? *Journal of Environmental Monitoring*. ISSN 1464-0325. 12:2 (2010) 500–507. doi: 10.1039/B908597A.
- GRIGORAKIS, K.; RIGOS, G. - Aquaculture effects on environmental and public welfare - The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*. ISSN 00456535. 85:6 (2011) 899–919. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.07.015.
- HABTEMARIAM, B. et al. - Impacts of supplementation aquaculture on the genetic diversity of wild *Ruditapes decussatus* from northern Spain. *Aquaculture Environment Interactions*. ISSN 1869-215X. 6:3 (2015) 241–254. doi: 10.3354/aei00128.
- HUSSENOT, J. M. - Emerging effluent management strategies in marine fish-culture farms located in European coastal wetlands. *Aquaculture*. ISSN 00448486. 226:1-4 (2003) 113–128. doi: 10.1016/S0044-8486(03)00472-1.
- INE, Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas da Pesca 2014. Instituto Nacional de Estatística, I.P.: Lisboa. ISSN 0377-225-X. (2015) 146pp.
- IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera - Plano de Ação: Sistema Nacional de Monitorização de Moluscos Bivalves. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P.: Lisboa. (2013) 16pp.
- LAGOONS. A laguna costeira Ria de Aveiro, Portugal. LAGOONS Resumo Técnico TB2 Pt. (2012) 1-6

- LOPES, C. B. et al. - Assessment of Spatial Environmental Quality Status in Ria de Aveiro (Portugal). *Scientia Marina*. ISSN 1886-8134. 71:2 (2007) 293–304. doi: 10.3989/scimar.2007.71n2293.
- MAIA, F.; GASPAR, M. - Caso de Estudo: Apanha de bivalves na Ria de Aveiro, Distribuição e abundância dos moluscos bivalves com maior interesse comercial na Ria de Aveiro. Projeto Gepeto, Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA): Lisboa. (2014) 67pp.
- MOREIRA, M. H. et al. - Environmental gradients in a southern Europe estuarine system: Ria de Aveiro, Portugal implications for soft bottom macrofauna colonization. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*. ISSN 1380-8427. 27:2-4 (1993) 465–482. doi: 10.1007/BF02334807.
- MORGADO, R. et al. - A Importância do Salgado para a Gestão da Avifauna Limícola Invernante na Ria de Aveiro (Portugal). *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 9:3 (2009) 79–93. doi: 10.5894/rgci157.
- MULTIAVEIRO, Projectos de Formação e Investimentos, Lda. - Revitalização e Valorização Económica do Salgado de Aveiro. Relatório Final. (2007) 217pp.
- NETO, G. - Avaliação do desempenho de sacos suspensos na coluna de água para o cultivo de bivalves na Ria de Aveiro, com ênfase para a ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) e a amêijoia-boia (*Ruditapes decussatus*). Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Instituto Politécnico de Leiria: Leiria. (2011) 99pp.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A.; MARCOS, C. - Fisheries in coastal lagoons: An assumed but poorly researched aspect of the ecology and functioning of coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. ISSN 02727714. 110 (2012) 15–31. doi: 10.1016/j.ecss.2012.05.025.
- QUINTINO, V. et al. - The leaf-bag and the sediment sample: Two sides of the same ecological quality story? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. ISSN 02727714. 95:2-3 (2011) 326–337. doi: 10.1016/j.ecss.2011.05.020.
- QUINTINO, V. et al. - Indices, multispecies and synthesis descriptors in benthic assessments: Intertidal organic enrichment from oyster farming. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. ISSN 02727714. 110 (2012) 190–201. doi: 10.1016/j.ecss.2012.05.028.
- RODRIGUES, C. M. et al. - Artisanal salt production in Aveiro/Portugal - an ecofriendly process. *Saline Systems*. ISSN 1746-1448. 7:1 (2011) 1–14. doi: 10.1186/1746-1448-7-3.
- SOUSA, A. et al. - Integrative assessment of organotin contamination in a southern European estuarine system (Ria de Aveiro, NW Portugal): tracking temporal trends in order to evaluate the effectiveness of the EU ban. *Marine Pollution Bulletin*. ISSN 0025-326X. 54:10 (2007) 1645–1653. doi: 10.1016/j.marpolbul.2007.07.005.
- SOUSA, J. M.; SOARES, A. M. V. M.; FONTES, J. R. - Os desafios de uma Aquicultura Portuguesa Competitiva. *Revista de Marinha*. (2014) 28–30.
- TROOST, K. - Causes and effects of a highly successful marine invasion: Case-study of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* in continental NW European estuaries. *Journal of Sea Research*. ISSN 13851101. 64:3 (2010) 145–165. doi: 10.1016/j.seares.2010.02.004.

- VALENTIM, J. M. et al. - Tagus estuary and Ria de Aveiro salt marsh dynamics and the impact of sea level rise. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. ISSN 02727714. 130 (2013) 138–151. doi: 10.1016/j.ecss.2013.04.005.
- VELEZ, C. et al. - *Ruditapes philippinarum* and *Ruditapes decussatus* under Hg environmental contamination. *Environmental Science and Pollution Research*. ISSN 1614-7499. 22:15 (2015) 11890–11904. doi: 10.1007/s11356-015-4397-7.
- VINGADA, J. V; GOMES, P.; MOTA, P. - Estudo da Caracterização da Qualidade Ecológica da Ria de Aveiro. Ria de Aveiro POLIS LITORAL - Requalificação e Valorização da Orla Costeira, AMBIECO – energy, environment, innovation. (2011) 226pp.



**III. AQUICULTURA DE AMÊIJOA-  
BOA (*RUDITAPES DECUSSATUS*)  
E AMÊIJOA-MACHA (*VENERUPIS  
CORRUGATA*) EM TABULEIROS  
SUSPENSOS**



### 3.1. INTRODUÇÃO

A amêijoia-boa *R. decussatus* e a amêijoia-macha *V. corrugata* têm uma longa tradição como fonte de sustento para as comunidades piscatórias da Ria de Aveiro mas a sua sobrepesca reduziu drasticamente a abundância e distribuição destas espécies nos bancos naturais, conduzindo os stocks ao colapso (Maia e Gaspar, 2014; Maia et al., 2006). A pesca destes bivalves abaixo do tamanho mínimo legal de captura também contribuiu para esta situação (para a amêijoia-boa é de 40 mm e para a amêijoia-macha de 38 mm; site DGRM, consulta em 8-12-2015). A aquicultura surge como uma alternativa para a produção destas espécies na Ria de Aveiro, a qual tem como forte atrativo o elevado valor comercial deste produto e a grande procura no mercado, agora ainda mais acentuados pelas baixas capturas da pesca. Os bivalves são consumidores primários e estão bem cotados na aquicultura pela absorção eficiente da carga nutritiva (Holdt e Edwards, 2014; Shumway et al., 2003), pelo que o investimento nesta área vai também ao encontro da sustentabilidade ecológica, definida na estratégia de “crescimento azul” (Comissão Europeia, 2015).

#### 3.1.1. Biologia das espécies

A amêijoia-boa e a amêijoia-macha são bivalves lamelibrânquios da família Veneridae.

A amêijoia-macha *V. corrugata* (figura 9, à esquerda) apresenta uma concha de forma subbromboidal, equivalva e inequilátera, variável em coloração, forma e ornamentação. Possui anéis concêntricos mais marcados na parte posterior da valva e pode atingir 50 mm de comprimento. Habita os fundos lodosos e arenosos, desde a zona intermareal até aos 40 metros de profundidade, e distribui-se na costa Atlântica desde a Noruega até à África do Sul, incluindo o Mar Mediterrâneo e as Ilhas Canárias (Rolán, Hernández e Swinnen, 2011). Nestas áreas de distribuição natural, os indivíduos vivem de forma sedentária, enterrados no solo, e filtram o fitoplâncton, sendo a filtração negativamente afetada por concentrações crescentes de matéria particulada (Gosling, 2004). A espécie atinge a melhor performance de crescimento à temperatura de 20 °C (Albentosa, Beiras e Camacho, 1994), sendo a variação da temperatura também um dos fatores ambientais de maior relevância na modelação do seu ciclo reprodutivo. A população da Ria de Aveiro atinge a primeira maturação sexual quando tem aproximadamente 22 mm de comprimento, seguindo-se um longo período de desova que se estende de março a novembro (Joaquim et al., 2011; Maia, Sobral e Gaspar, 2006). Quanto à salinidade, este parâmetro foi recentemente estudado em espécimes provenientes da Ria de Aveiro (Carregosa et al., 2014), que apresentaram maiores taxas de sobrevivência entre os 14

psu e 28 psu. O ciclo de vida da amêijoia-macha (semelhante ao da amêijoia-boia, explicado detalhadamente abaixo) compreende uma fase larvar pelágica, a que se segue uma metamorfose e assentamento, adquirindo a partir daí uma vida bentónica.



**Figura 9. Amêijoia-macha *V. corrugata* exibindo os sífões (à esquerda), e diversas colorações de concha da amêijoia-boia *R. decussatus* (à direita).**

A amêijoia-boia ou amêijoia-rainha *R. decussatus* (figura 9, à direita) possui o umbo distintamente anterior e pode atingir os 70 mm de comprimento da concha. A coloração da concha varia entre bege amarelado e castanho claro, por vezes com marcas mais escuras, e apresenta estrias concêntricas finas e linhas radiais denotadas. Habita zonas mediolitorais e sublitorais em fundos de areia, cascalho lmacento ou lodo, nas costas sul e oeste da Europa, no Mediterrâneo e na costa oeste de África (Hayward e Ryland, 1995).

Após a fertilização, o seu ciclo de vida inicia-se com a formação da larva trocófora, a qual, após 48 horas, se torna velígera. Esta fase dura cerca de 20 dias, nos quais crescerá até aos 230 µm. Com este tamanho passa a larva pedivelígera, desenvolvendo o pé e posteriormente as brânquias, no sentido de adquirir uma vida pós-larvar sedentária. O assentamento acontece aproximadamente aos 27 dias (Aranda-Burgos *et al.*, 2014; Matias, 2013), passando os animais a viver enterrados no sedimento, sendo que os adultos podem penetrar até aos 10-12 cm abaixo da superfície (Vilela, 1950). A estratégia reprodutiva pode variar em função da origem geográfica. Na Ria de Aveiro, a amêijoia-boia apresenta um ciclo reprodutivo de periodicidade anual, com a fase de maturação no início da Primavera, seguindo-se a libertação de gâmetas, que se prolonga até ao início do Outono (Matias *et al.*, 2013). Quanto à salinidade, os espécimes de amêijoia-boia provenientes da Ria de Aveiro (Carregosa *et al.*, 2014) apresentam elevada tolerância no intervalo dos 7 psu aos 42 psu. O crescimento máximo ocorre a 20-22 °C,

cessando abaixo dos 12°C (Laing, Utting e Kilada, 1987; Vilela, 1950). Estes bivalves alimentam-se do fitoplâncton e de algumas partículas de matéria orgânica que filtram da água através das suas brânquias (Xie e Burnell, 1995). Por exemplo, as microalgas *Isocrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans* e *Tetraselmis suecica* são vulgarmente usadas em estudos sobre nutrição e reprodução destas e outras espécies de bivalves, podendo considerar-se como fontes energéticas adequadas às diferentes fases do seu ciclo de vida (Albentosa e Moyano, 2008; Albentosa *et al.*, 1993, 2003; Fernandez-Reiriz *et al.*, 2011; Xie e Burnell, 1995).

### **3.1.2. Métodos de produção**

Em Portugal a produção de amêijoas concentra-se maioritariamente nos bancos intermareais da Ria Formosa, no Algarve, preservando uma prática antiga de outros estuários nacionais e apresentando uma forte importância socioeconómica (Matias *et al.*, 2013). A semente provém geralmente da captura em bancos naturais, e é posteriormente cultivada em áreas concessionadas (460 ha distribuídos por mais de 700 concessões), nas quais é frequente os aquicultores tratarem o fundo acrescentando areia e gravilha. Uma vez nos bancos das áreas concessionadas, os juvenis, com 10 a 20 mm, crescem enterrados no sedimento, até atingirem o tamanho comercial, período em que são novamente recolhidos à mão ou com recurso a artefactos manuais simples (faca de mariscar). A manutenção das áreas de cultivo inclui ainda a limpeza mecanizada de algas e a remoção de eventuais predadores (Ferreira *et al.*, 2012).

O cultivo de amêijoas em bancos naturais foi praticado esporadicamente na Ria de Aveiro com volumes de produção pouco significativos, estando esta actividade extinta actualmente. Tendo em conta o potencial produtivo das áreas subvalorizadas das antigas marinhas e pisciculturas abandonadas, ou em vias de abandono, seria estrategicamente importante revitalizar estas áreas para novos métodos de produção em aquicultura. A implementação da aquicultura de amêijoas-boas e amêijoas-machas em suspensão seria uma possibilidade muito interessante neste contexto.

A produção de bivalves em suspensão é uma prática comum em todo o mundo, mas tem sido dirigida apenas a espécies que vivem à superfície do sedimento ou fixas na superfície de substrato rochoso (ex.: ostra, vieira e mexilhão). Normalmente, os animais são colocados em cestos ou em cordas suspensas em “*long-lines*” (figura 10) ou jangadas flutuantes. Uma das espécies mais cultivadas por este método é o mexilhão, o qual é produzido em larga escala em cordas fixas a jangadas (“bateas”) nas Rias Galegas, Espanha. Dependendo da espécie, a cultura em suspensão pode alternar entre

várias fases, que podem ser resumidas em: (1) colheita das sementes, (2) fixação ou confinamento às estruturas de produção, (3) desdobramento da densidade de produção (para cordas ou lanternas), (4) manutenção durante o crescimento (remoção de epibiontes ou fauna acessória) e (5) colheita. As principais vantagens deste modelo de produção relativamente ao cultivo de fundo relacionam-se com o melhor aproveitamento da coluna de água e com a menor acessibilidade dos predadores, entre os quais, os caranguejos (Gosling, 2004).

Recentemente, na Galiza, as jangadas têm sido também utilizadas como suporte para a pré-engorda de amêijoas em cestos-lanternas, que após atingirem o tamanho determinado para a engorda, são vendidas para o cultivo de fundo em bancos intermareais (acima descritos).

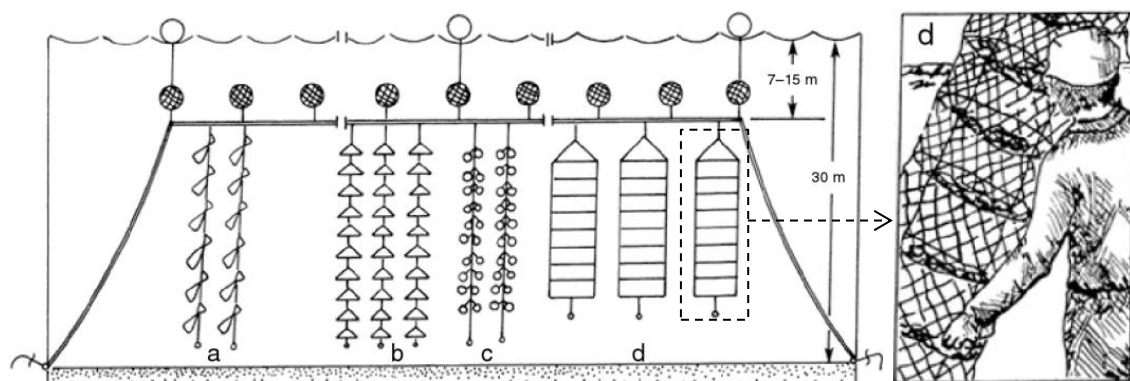


Figura 10. Produção de vieiras em “long-lines”, desde a colheita de larvas (a) até à engorda em cestos-lanternas (d). Adaptado de Gosling (2004).

### 3.1.3. Objetivos

A cultura em suspensão é o método provavelmente mais eficaz para se conseguir fazer o reaproveitamento dos tanques de terra de antigas pisciculturas ou salinas com vista à produção de amêijoas. Sendo animais que vivem naturalmente enterrados no sedimento, a cultura em tabuleiros sem sedimento pode trazer algumas complicações para o crescimento. Assim, não havendo informação prévia acerca da engorda de amêijoas em cestos-lanternas dispostos em tanques de terra, este trabalho pretende testar e validar, pela primeira vez, a utilização das estruturas flutuantes e dos cestos-lanternas como suporte do crescimento de amêijoas nos tanques, procurando tirar conclusões relativamente ao confinamento das amêijoas nas lanternas, à sedimentação nos pratos, à bioincrustação e a deformações na concha dos animais, todos estes aspetos muito relevantes do ponto de vista produtivo. Para além destes, pretende-se também monitorizar a evolução da taxa de crescimento e mortalidade das amêijoas no decurso do teste com os cestos-lanternas.

## 3.2. METODOLOGIA

### 3.2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na piscicultura “Aguacircia” (figura 11), próxima à antiga lota de pesca de Aveiro, na zona de produção de moluscos bivalves RIAV3, segundo a classificação do IPMA (2015). A experiência decorreu inicialmente no canal de entrada (CE) da piscicultura, próxima da comporta, onde o fluxo de água e turbidez são relativamente maiores do que nos tanques de produção. Após o mês de Maio replicou-se a experiência num tanque de produção subaproveitado (T13; figura 11). A água do tanque foi renovada diariamente em cerca de 30% do seu volume total, por ação natural das marés.

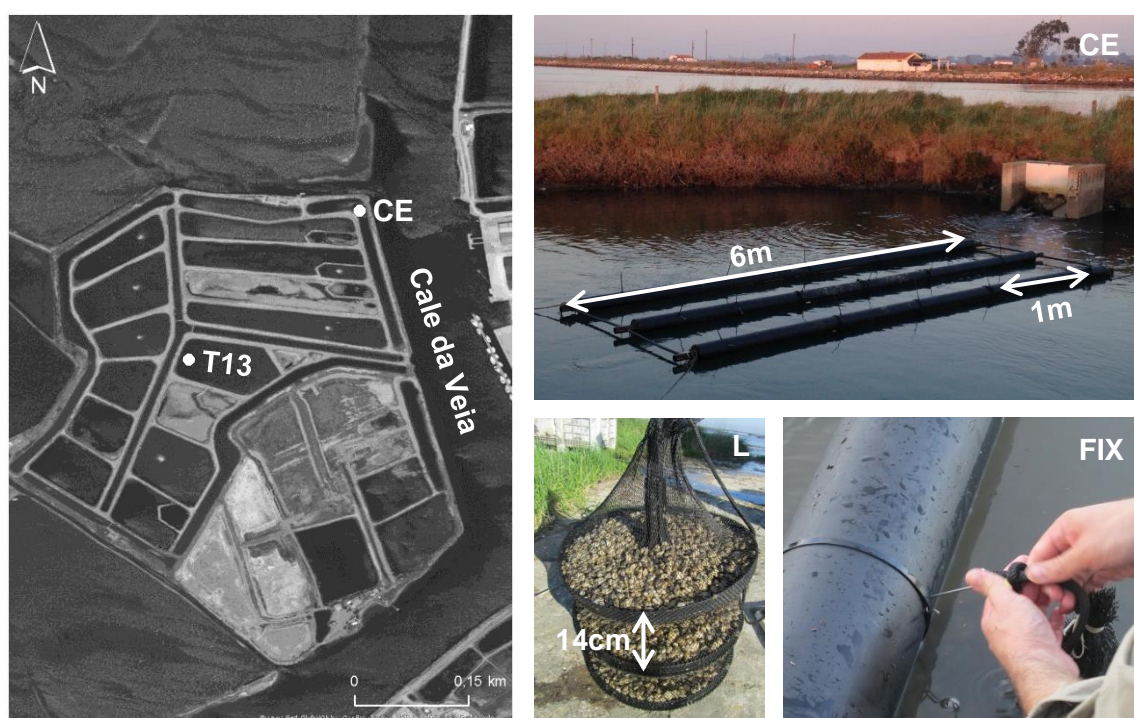


Figura 11. Localização da unidade de aquicultura “Aguacircia”, com indicação do canal de entrada (CE) e respetiva estrutura flutuante de 6 m de comprimento e do tanque de produção nº 13 (T13). Esquema da lanterna (L) e respetiva fixação (FIX).

### 3.2.2. Cestos-lanterna

Para a produção de amêijoas em tanques de terra (1,2 - 1,6 m de profundidade), testaram-se grupos verticais de 3 tabuleiros (também designados por pratos), encaixados na vertical e distanciados 14 cm entre si, formando no seu conjunto um cesto-lanterna (também designado por lanterna; ver figura 11-L). Os pratos, circulares e em polietileno, têm 40,5 cm de diâmetro (com rebordo de 2 cm de altura) e são perfurados com 280 orifícios de 4 mm de diâmetro para facilitar o fluxo de água. O conjunto é revestido por uma rede de nylon (diagonal da malha de 12 mm) para confinamento dos animais. Os

cestos-lanternas foram fixados a uma estrutura flutuante de PVC com cabos e ganchos metálicos (ver figura 11-FIX), assegurando que todos os animais permanecessem submersos e que as lanternas se encontravam afastadas entre si em cerca de 1 m de forma a evitar colisões. Os cestos mantiveram-se suspensos sem contacto com o fundo do tanque.

### **3.2.3. Teste de funcionamento dos cestos-lanternas**

Entre novembro de 2014 e outubro de 2015 foram cultivados 12,630 kg de amêijoamacha (*V. corrugata*), distribuídos em 2 lotes, com um intervalo de chegada de 21 dias. Ambos tiveram origem em maternidades localizadas na Galiza, no norte de Espanha, respetivamente a maternidade da Universidade de Vigo e a empresa “Ostreira”, e desenvolveram a fase de pré-engorda em suspensão na Ria de Arousa, em estruturas similares às que se pretendiam testar no presente trabalho. À chegada, os indivíduos dos lotes 1 e 2 tinham um comprimento médio de 18,0 e 18,5 mm, respetivamente.

Cada um dos lotes foi separado em 2 lanternas, com densidades de 6 e 12 kg/m<sup>2</sup>, aproximadamente. Em fevereiro de 2015 procedeu-se à calibração, de acordo com a largura, num crivo de 9±1 mm, processo do qual resultaram dois grupos: “Grandes” e “Pequenos”. Nesse momento as densidades foram reorganizadas em 12 kg/m<sup>2</sup>, 8 kg/m<sup>2</sup> e 4 kg/m<sup>2</sup>.

Entre dezembro de 2014 e outubro de 2015 foram cultivados 26,790 kg de amêijoaboia (*R. decussatus*). Os juvenis desenvolveram previamente a pré-engorda na Ria de Arousa, não sendo possível determinar a maternidade de origem. Foram distribuídos em 4 densidades de cultivo, com 3 réplicas cada: 12 kg/m<sup>2</sup>, 8,5 kg/m<sup>2</sup>, 5,3 kg/m<sup>2</sup>, 1,7 kg/m<sup>2</sup>. Apresentavam à chegada um comprimento médio de 21,4 mm e peso médio de 2,3 g por indivíduo.

Em fevereiro de 2015, após 2 meses de cultivo, os animais foram calibrados de acordo com a sua largura, num crivo de 9±1 mm. Da calibração resultaram dois grupos, designados “Grandes” e “Pequenos”, que foram a partir desse momento cultivados em densidades de 12 kg/m<sup>2</sup> e 8 kg/m<sup>2</sup>.

Em maio de 2015 procedeu-se à transferência de alguns cestos para um tanque de produção, designado adiante tanque nº 13 (T13).

### 3.2.4. Ensaio de tolerância de *V. corrugata* a diferentes temperaturas

Para avaliar a tolerância da espécie a temperaturas que ocorrem nos tanques em períodos quentes, foi realizado um ensaio de 7 dias de exposição de *V. corrugata* a 4 temperaturas distintas:  $18\pm1$  °C;  $20\pm1$  °C;  $22\pm1$  °C e  $24\pm1$  °C. O ensaio decorreu em ambiente controlado, tendo sido usada água do mar a 35 psu, produzida artificialmente.

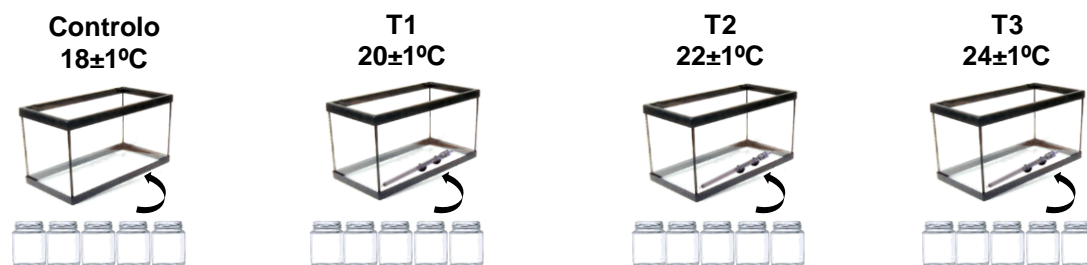


Figura 12. Esquema do ensaio de tolerância de *V. corrugata* a diferentes temperaturas.

Para cada temperatura foram utilizadas 5 réplicas (5 frascos de vidro de 1L; figura 12) com 6 animais em cada réplica. As amêijoas provieram do lote de animais da experiência realizada na Aguacircia (comprimento médio = 19,35 mm). Foram imediatamente colocados nos frascos de vidro, com arejamento constante e com renovação de água (50 a 70% do volume) a cada 3 dias.

Após os 7 dias de exposição, a experiência prolongou-se com apenas 2 réplicas até completar 86 dias.

### 3.2.5. Taxas de crescimento e de mortalidade

Foram feitas amostragens com intervalos de 14 a 59 dias, para registo da mortalidade, comprimento ( $30 \leq n \text{ prato}^{-1} \leq 50$ ) e biomassa em ambas as espécies. Este trabalho incluiu a monitorização dos indivíduos mortos, de fauna e/ou flora acessória e de sedimento acumulado. Uma vez que o tempo decorrido entre as amostragens não foi constante, foi calculada a taxa de mortalidade diária (TMD) a partir da expressão:

$$e^{-Zt} = S = \frac{N_1}{N_0}$$

em que  $Z = \text{TMD}(\%)$ ,  $t$  é o número de dias decorridos entre os momentos de amostragem,  $N_0$  é o número de indivíduos vivos na amostragem anterior e  $N_1$  o número de indivíduos vivos no momento final.

As amostragens incluíram ainda o registo da salinidade e temperatura da água, nos momentos da recolha e da recolocação das lanternas na água.



### 3.2.6. Índice de condição

O índice de condição (IC) para as duas espécies foi calculado a partir da equação:

$$IC (\%) = \frac{\text{peso seco dos tecidos (DFW)}}{\text{peso seco da concha (DSW)}} * 100$$

de acordo com Lucas e Beninger (1985). Foi separada a concha dos restantes tecidos e as duas componentes foram secas na estufa a 80 °C durante 24h, obtendo-se o peso seco de ambas no fim desse período.

### 3.2.7. Relações alométricas

Para estudo das relações alométricas, foram registadas as medidas da concha (comprimento, altura e largura) e o peso fresco de cada indivíduo, para uma amostra representativa abrangendo a maior gama possível de tamanhos da concha. No âmbito deste trabalho as relações alométricas têm influência na tomada de decisão sobre vários aspetos da produção, nomeadamente: a malha das redes a utilizar no confinamento das amêijoas, as densidades/cargas de cultivo tendo em conta a área dos pratos, a malha dos crivos a utilizar para desdobramento do cultivo e na calibração final para venda.

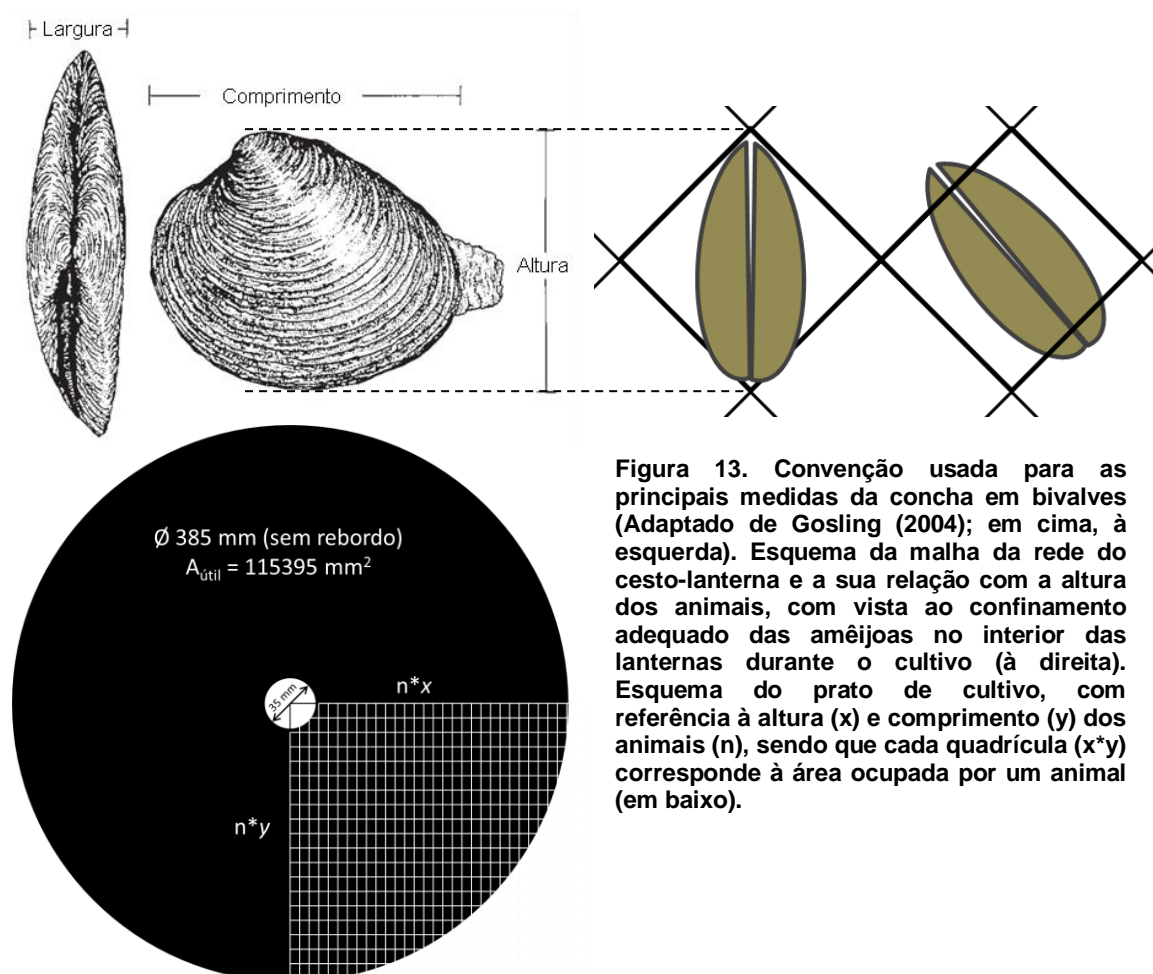


Figura 13. Convenção usada para as principais medidas da concha em bivalves (Adaptado de Gosling (2004); em cima, à esquerda). Esquema da malha da rede do cesto-lanterna e a sua relação com a altura dos animais, com vista ao confinamento adequado das amêijoas no interior das lanternas durante o cultivo (à direita). Esquema do prato de cultivo, com referência à altura (x) e comprimento (y) dos animais (n), sendo que cada quadrícula (x\*y) corresponde à área ocupada por um animal (em baixo).



### 3.2.8. Análise granulométrica dos sedimentos

Foi analisada uma amostra do sedimento (peso fresco  $\approx 200$  g) depositado naturalmente nos pratos dos dois pontos de amostragem, CE e T13. Procedeu-se à lavagem do sedimento em água destilada, para remoção dos sais, e digestão da matéria orgânica por lavagem da amostra com água oxigenada comercial em concentrações crescentes de 10 e 20 volumes, reação que se prolongou por aproximadamente 20 horas. Após extinta a reação, procedeu-se a uma nova lavagem da amostra com água destilada e à sua desidratação numa estufa (a 80 °C durante 24 horas, seguida de 15 minutos no excicador) para obtenção do peso seco da amostra - P1. O sedimento seco foi suspenso em pirofosfato de sódio (30 g/L) durante 24 horas, com agitação frequente, sendo de seguida crivado a húmido num crivo de 63  $\mu\text{m}$ . Depois de nova lavagem com água destilada e desidratação do refugo (peso seco - P2), foi obtido o teor em finos (P1-P2). Dada a formação de agregados, o sedimento foi desagregado manualmente e separado numa bateria de crivos (malhas de 2 mm, 1 mm, 500  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$  e 125  $\mu\text{m}$ ) por 30 minutos, obtendo-se o peso final de cada uma das frações (Quintino *et al.*, 2012).

### 3.2.9. Teor de Matéria Orgânica (TMO) dos sedimentos

Cada amostra de sedimento foi desidratada numa (estufa a 80°C durante 24 horas) para obtenção do peso seco – P1. Após incineração numa mufla a 450°C por 5 horas, procedida de um curto período no excicador, foi obtido o peso da matéria inorgânica (P2)(Quintino *et al.*, 2012). O teor em matéria orgânica (TMO) de cada amostra, expresso em percentagem, foi então determinado segundo a seguinte equação:

$$TMO (\%) = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

### 3.3. RESULTADOS

#### 3.3.1. Parâmetros ambientais

Durante este estudo, a temperatura medida em cada momento de amostragem variou entre 10 e 22 °C, tendo sido registados valores absolutos de 9 °C em fevereiro, e 24 °C em julho. Os valores da figura 14 correspondem à média dos registos diários obtidos em cada momento de amostragem. A salinidade variou entre 29 psu (Dezembro) e 37 psu (Agosto e Setembro), respetivamente (figura 14). Entre dezembro e maio os valores foram registados no canal de entrada e de Junho a Outubro no tanque 13.

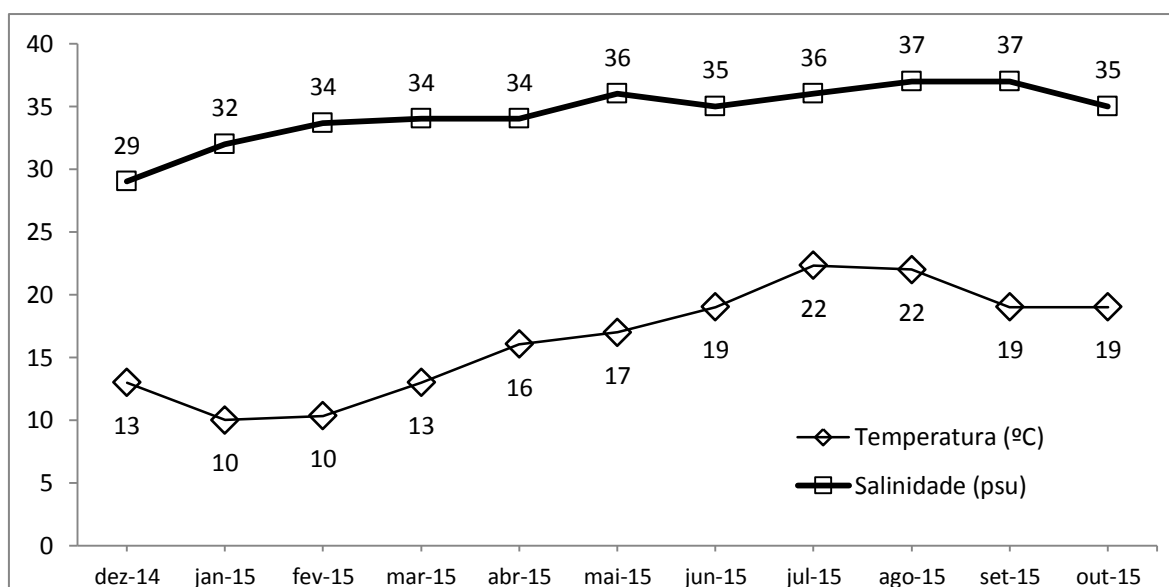


Figura 14. Variação da temperatura e salinidade na área de estudo.

#### 3.3.2. Teste do cultivo de amêijoia-macha *V. corrugata* nos cestos-lanternas

*Evolução do comprimento e peso individual, biomassa total e mortalidade de amêijoia-macha*

##### 3.3.2.1. amêijoia-macha

O teste de cultivo de amêijoia-macha em cestos-lanternas decorreu entre novembro de 2014 e outubro de 2015, em 2 pontos distintos, resultando uma taxa de sobrevivência de 32%. Da figura 15 à 19 são apresentados os resultados da evolução temporal do comprimento médio, da taxa de mortalidade diária, do peso individual, da biomassa total e das classes de comprimento ao longo desse período, que são complementados com a descrição que se segue.

A experiência foi iniciada em novembro de 2014, no canal de entrada, com a chegada do “lote 1” de juvenis de *V. corrugata*, que tinham um comprimento médio de 18 mm. A

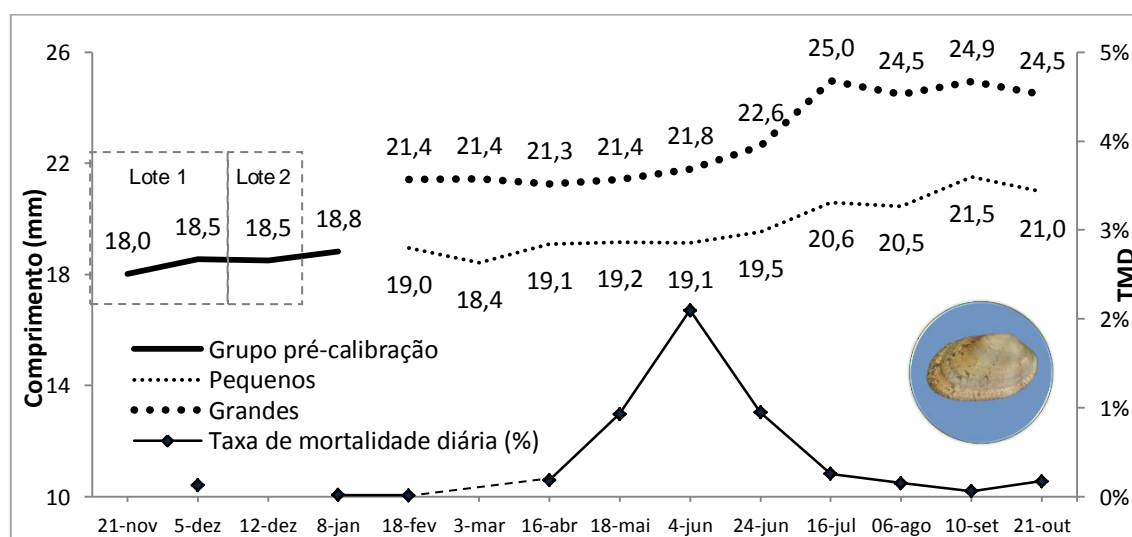
diferença de biomassa observada entre as duas primeiras amostragens (dezembro e janeiro) resultou da chegada do “lote 2” em dezembro de 2014, e consequente agrupamento dos indivíduos dos dois lotes.

O “lote 1” foi amostrado a 5 de dezembro de 2014 e nessa altura era composto por 5856 amêijoas, com peso médio por indivíduo de 1,1 g e comprimento médio de 18,5 mm. O “lote 2” foi amostrado em 12 de dezembro de 2014, sendo composto por 5541 amêijoas, com peso médio por indivíduo de 1,2 g e comprimento médio de 18,5 mm. Os dois lotes apresentaram biomassa idêntica, aproximadamente 6,4 Kg cada. Tendo-se observado diferenças insignificantes no estado de ambos os lotes, em termos de número, tamanho e peso das amêijoas, ambos foram combinados e tratados como um só a partir desse momento. A primeira amostragem do lote resultante ocorreu a 8 de janeiro de 2015, altura em que a biomassa total foi de 12,6 Kg. Foi observado um ténue aumento do comprimento médio, para 18,8 mm, e o histograma de frequências apresentou uma moda na classe de 20 mm. O peso médio individual manteve-se inalterado nos 1,2 g. A taxa de mortalidade no período de 12 de dezembro a 8 de janeiro (27 dias) foi de 0,5% (TMD=0,02%). A grande maioria das amêijoas mortas apresentava a concha totalmente esmagada, provavelmente causado por um arrasto dos cestos-lanterna no fundo do tanque. Em 20 de fevereiro foi observado um aumento no comprimento médio dos animais para 19,4 mm. Este valor foi registado após o processo de calibração, sendo que representa a média ponderada do comprimento dos grupos de indivíduos “grandes” e “pequenos” (na figura 15 está apenas indicada a média individual de cada grupo). No histograma de frequências (figura 19), a classe de 20 mm permaneceu como moda. O peso médio individual manteve-se em 1,2 g. A taxa de mortalidade média observada entre 8 de janeiro e 20 de fevereiro (43 dias) foi de 0,7% (TMD= 0,02%) e a biomassa total decresceu para 12,2 Kg. Foi observada uma redução tanto no número total de amêijoas (de 11397 em dezembro, com a junção dos lotes 1 e 2, para 10568 em fevereiro) que não é consistente com a taxa de mortalidade observada; esta redução terá sido originada pela saída de amêijoas (N=829) pela malha da rede. A oscilação no nível de água do local causou o contato da lanterna com o fundo do tanque, inclinando-a e originando tensão na rede, cuja elasticidade permitiu a queda/saída/perda de animais. Em 20 de abril de 2015, tanto o comprimento médio como o peso médio das amêijoas mantiveram-se inalterados: 19,5 mm e 1,2 g, respetivamente. O histograma de frequências apresentou uma distribuição idêntica a fevereiro, com a moda na classe de 20 mm. É de realçar, no entanto, um aumento na taxa de mortalidade entre 20 de fevereiro e 20 de abril (59 dias) para os 10% (TMD= 0,18%), com uma maior incidência

nos animais mais pequenos. Principalmente em consequência disso, houve uma redução na biomassa total para 10,9 Kg. Em 20 de maio de 2015 os valores de comprimento médio e peso médio individuais permaneceram inalterados (19,5 mm e 1,2 g), o mesmo acontecendo com a moda no histograma de frequências. Observou-se, novamente, um aumento da taxa de mortalidade entre 20 de abril e 20 de maio (30 dias) para 24% (TMD= 0,93%), com consequente diminuição da biomassa total para 8,4 Kg. Após esta amostragem, a experiência passou a ter lugar no tanque 13.

Em 4 de junho de 2015 ocorreu a primeira amostragem de *V. corrugata* após a transferência de parte dos cestos-lanterna para o tanque 13. Nesse tanque, as amêijoas apresentavam um comprimento médio de 19,8 mm, e um peso médio de 1,3 g. No caso das amêijoas presentes no canal de entrada, apresentavam comprimento médio de 18,9 mm e peso médio de 1,1 g. Em ambos os locais a classe modal situou-se nos 20 mm. A taxa de mortalidade, entre 21 de maio e 4 de junho (14 dias), foi semelhante nos dois locais: 27% (TMD= 2,13%) no tanque 13 e 26% (TMD= 2,02%) no canal de entrada, com incidência especial nos animais de menores dimensões. Em 24 de junho de 2015 foram observados leves sinais de crescimento nas amêijoas presentes no tanque 13. Foi observado um aumento do comprimento médio para 20,6 mm e peso médio para 1,5 g. Em contraste, no canal de entrada, embora se tenha verificado um pequeno aumento do peso médio (1,2 g), o comprimento médio observado manteve-se (18,8 mm). Nos histogramas de frequência observa-se que nos dois locais a classe modal permaneceu inalterada. No período de 4 a 24 de junho (20 dias) registou-se um decréscimo da taxa de mortalidade tanto no tanque 13 (27% para 19%, TMD= 1,06%), como no canal de entrada (26% para 12%, TMD= 0,65%). Apesar das elevadas taxas de mortalidade, não se verificaram grandes alterações na biomassa, que no tanque 13 se manteve inalterada (4,6 Kg) e no canal de entrada diminuiu ligeiramente (1,5 Kg). Em 16 de julho de 2015 observa-se novamente uma tendência de crescimento no tanque 13, em que o comprimento médio passa para os 22,4 mm e peso médio para os 1,8 g. Em contraste, o canal de entrada continua a manter-se inalterado. Similarmente, no tanque 13 observou-se um deslocamento da classe modal para os 24 mm enquanto no canal de entrada permaneceu nos 20 mm. Observaram-se reduções na taxa de mortalidade entre 24 de junho e 16 de julho (22 dias) nos dois locais. No tanque 13 foi registada uma mortalidade de apenas 4% (TMD= 0,2%), enquanto no canal de entrada a redução foi menos pronunciada, situando-se nos 8% (TMD= 0,4%). A tendência de crescimento observada no tanque 13 é confirmada por um aumento da biomassa total, que passa para os 5,2 Kg. Já no canal de entrada, continuou-se a registar um decréscimo gradual da biomassa total

(1,4 Kg). Em 6 de agosto de 2015 as tendências de crescimento observadas anteriormente no tanque 13 são menos pronunciadas. O peso médio das amêijoas aumentou para os 2,0 g e o comprimento médio apresentou uma leve redução (22,4 para 22,1 mm). No canal de entrada as amêijoas continuaram a não apresentar sinais de crescimento (deposição de concha), confirmado pela repetição da classe modal do mês anterior. A taxa de mortalidade no período de 16 de julho a 6 de agosto (21 dias) continuou a sua tendência de diminuição: 2% (TMD= 0,11%) no tanque 13 e 5% (TMD= 0,27%) no canal de entrada. A biomassa total mostra uma tendência semelhante à observada anteriormente, apresentando um aumento no tanque 13 (de 5,2 para 5,5 Kg) e um decréscimo no canal de entrada (1,3 Kg). Em 10 de setembro de 2015 a amostragem foi limitada à determinação do comprimento médio das amêijoas do tanque 13, que se situava nos 22,2 mm. Observou-se uma redução da classe modal, que decresce de 24 para 22 mm. A taxa de mortalidade observada entre 6 de agosto e 10 de setembro (35 dias) no tanque 13 foi de 3% (TMD= 0,07%) e no canal de entrada foi de 4% (TMD= 0,12%). A partir desse momento os animais foram mantidos apenas no tanque 13, verificando-se um decréscimo da classe modal para os 20 mm e TMD de 0,18% em outubro. Neste mês, o comprimento médio ponderado foi de 21,7 mm. Entre novembro de 2014 e outubro de 2015 o comprimento médio da concha aumentou 3,7 mm.



**Figura 15.** Evolução temporal do comprimento médio e taxa de mortalidade diária (TMD) de *V. corrugata*, entre novembro de 2014 e outubro de 2015. O grupo “Grandes” é constituído por indivíduos que no momento da calibração apresentavam uma largura superior a  $9\pm 1$  mm e o grupo “Pequenos” pelos indivíduos abaixo desse valor. No mês de março não foi possível recolher dados sobre a mortalidade.

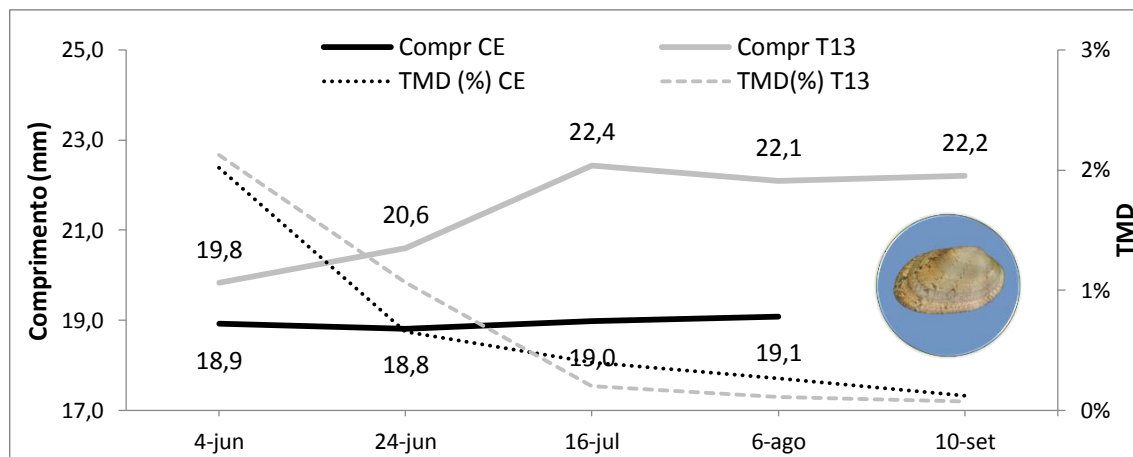


Figura 16. Comparação da evolução do comprimento médio (Compr) e taxa de mortalidade diária (TMD) entre os locais amostrados, nomeadamente canal de entrada (CE) e tanque nº 13 (T13).

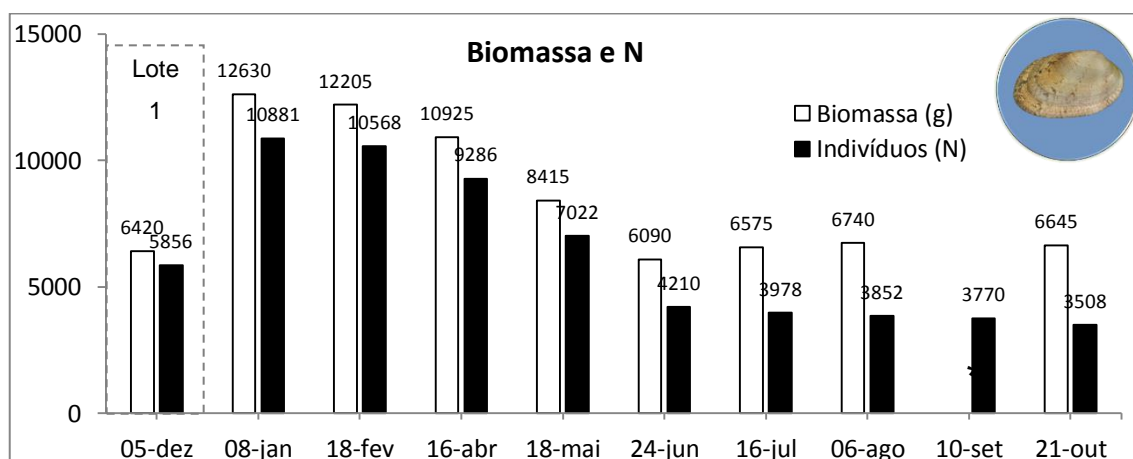


Figura 17. Biomassa e número de indivíduos de *V. corrugata* ao longo do estudo. No dia 5 de dezembro está apenas representado o Lote 1, uma vez que o Lote 2 só foi recepcionado a 12 de dezembro. \* Em setembro não foi possível determinar a biomassa

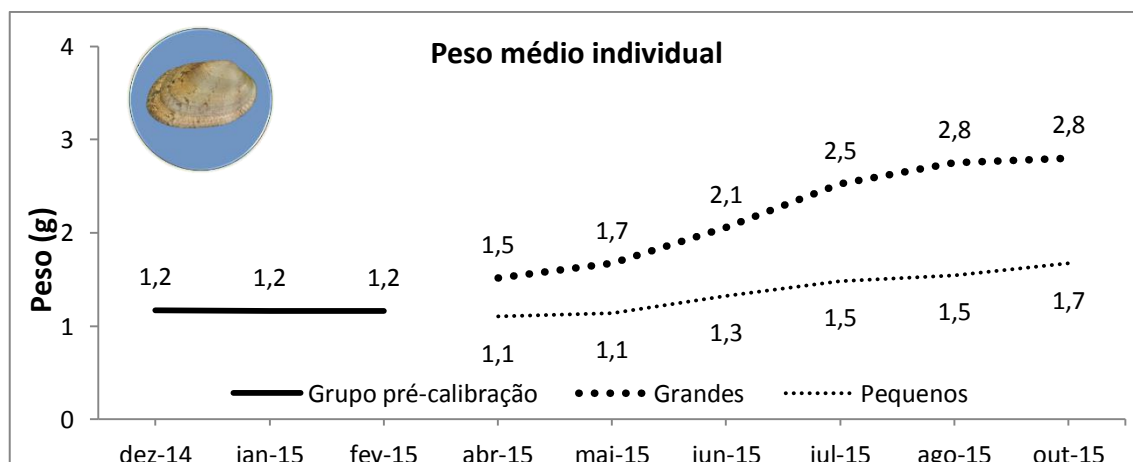


Figura 18. Evolução do peso médio individual de *V. corrugata*, antes do processo de calibração ("Grupo pré-calibração") e após o mesmo, aqui distinguindo-se os dois grupos dele resultantes: "Grandes" e "Pequenos".

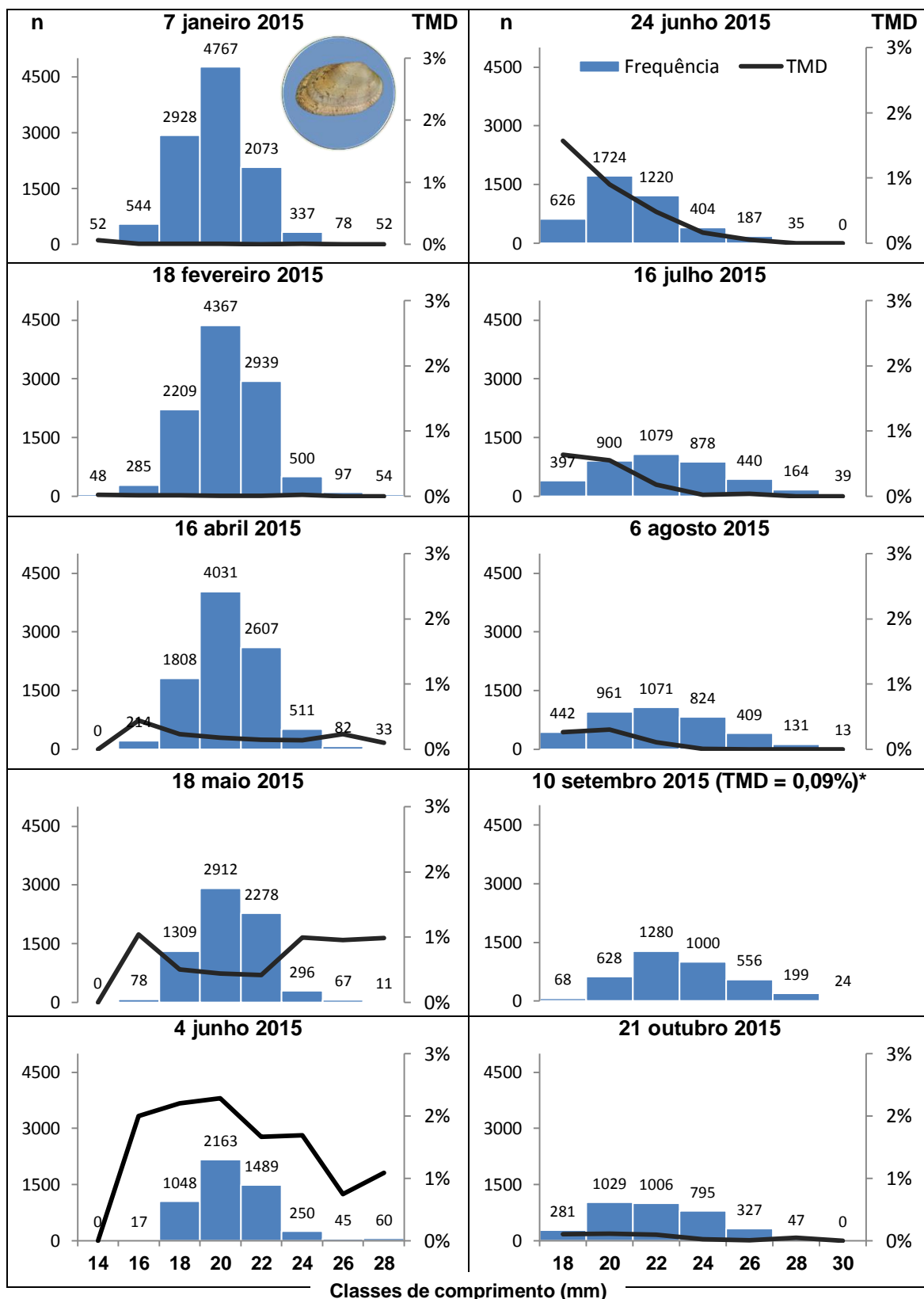


Figura 19. Histogramas de distribuição de frequências do comprimento de *V. corrugata*, ponderados a partir de amostras ( $30 \leq n \text{ ind} \leq 50$ ) dos pratos, sendo que  $n$  representa a estimativa do número de indivíduos de cada classe de comprimento na população. Cada classe de comprimento compreende os valores de  $x$  e  $x-1$  do número correspondente.

### Mortalidade em função da carga e da posição do prato de amêijoas-macha

Foi analisada a relação da taxa de mortalidade diária com a biomassa de amêijoas por prato (carga inicial em Kg/m<sup>2</sup>) e a posição no cesto lanterna (o prato 1 corresponde ao prato mais próximo da superfície da água e o prato 3 ao prato mais profundo) para os meses de janeiro (1), fevereiro (2), abril (4) e maio (5) de 2015.

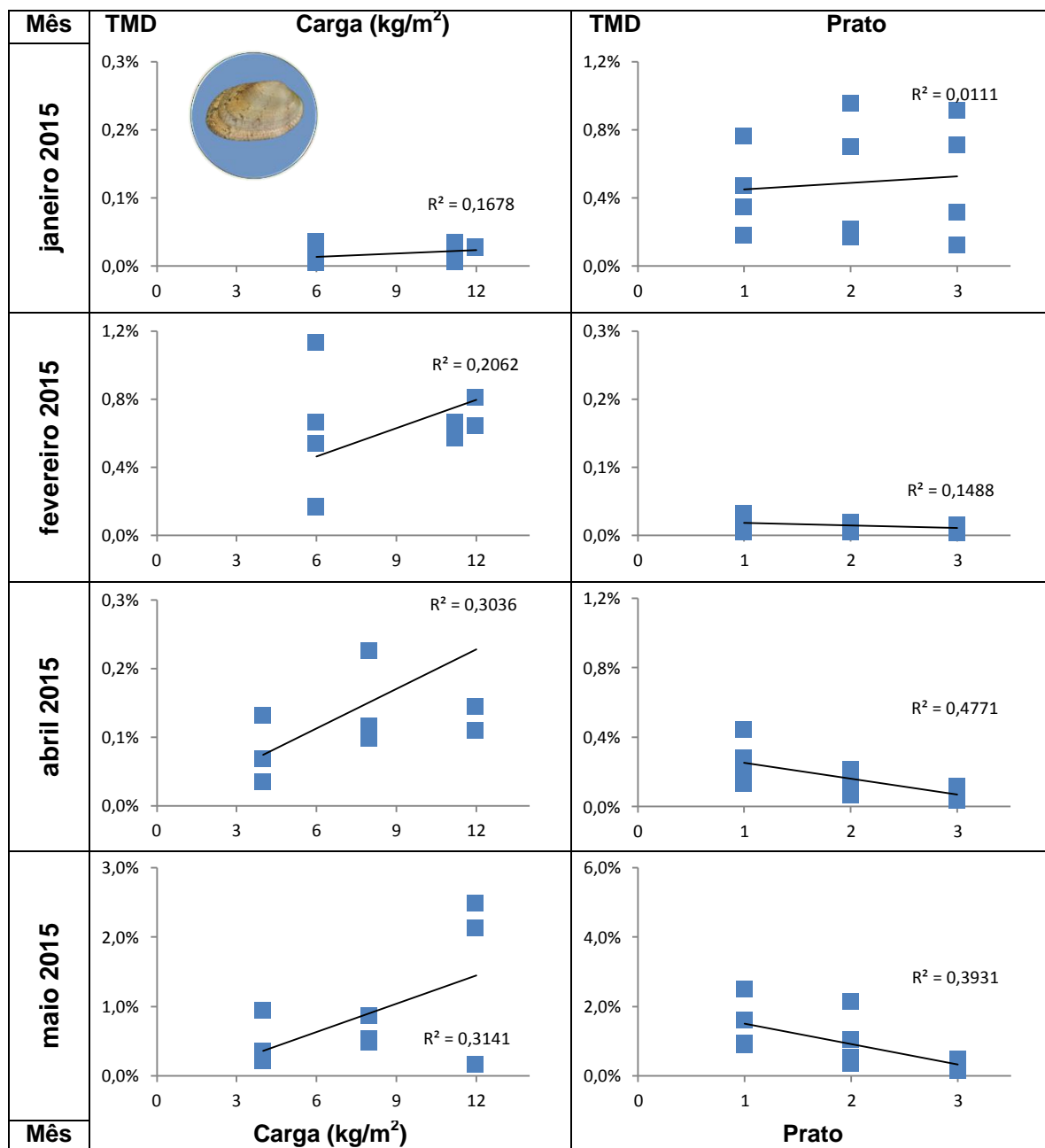
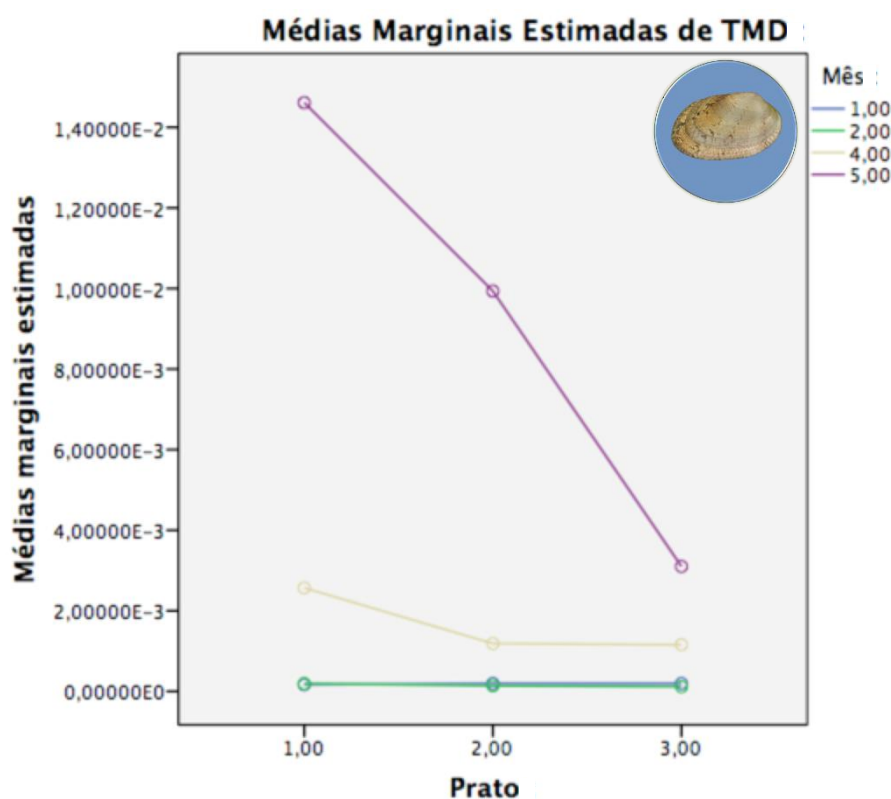


Figura 20. Valores da taxa de mortalidade diária (TMD) de *V. corrugata* em função da carga de cultivo experimentada e da posição do prato. O prato 1 corresponde ao tabuleiro mais próximo da superfície da água, o prato 2 ao prato intermédio e o prato 3 ao prato que se encontra em maior profundidade.

Negligenciando o efeito da calibração, a análise do modelo linear geral do *software* SPSS ( $R^2=0,68$ ) indica que o mês ( $Z=21,89$ ;  $P < 0,001$ ), a carga ( $Z=6,27$ ;  $P=0,017$ ) e a



posição no prato ( $Z=4,06$ ;  $P=0,027$ ) tiveram um efeito significativo na mortalidade. A análise também indica que houve uma interação altamente significativa entre o "mês" e o "prato" ( $Z=2,89$ ;  $P<0,001$ ). A melhor forma de interpretar estes resultados consiste na observação da figura 21, onde se apresentam as médias marginais estimadas pelo modelo, isto é, as médias estimadas dos fatores controlando a covariável da carga (mantendo a média da carga fixa). A figura 21 indica que o efeito mais significativo do "prato" ocorreu no mês correspondente à maior mortalidade dos dados analisados - maio - altura em que ocorreu um gradiente de mortalidade desde o prato superior (maior mortalidade) até ao prato mais inferior (menor mortalidade). Os resultados sugerem que na altura de maior mortalidade os pratos superiores foram os mais afetados.



As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas nos valores a seguir: Carga = 8,8130

Figura 21. Modelo linear geral que relaciona a taxa de mortalidade diária transformada (eixo y) de amêijoia-macha (TMD) com os fatores "mês" (representado pelas linhas), "prato" (eixo x) e "carga" (com média fixa de  $8,813 \text{ Kg m}^{-2}$ ). Os números referentes às linhas 1, 2, 4 e 5 correspondem a janeiro, fevereiro, abril e maio, respetivamente.

#### *Epibiontes e deformações nas conchas de V. corrugata*

Durante este estudo, o número de animais com epibiontes fixos no exterior da concha nunca ultrapassou os 2% do total de indivíduos de amêijoia-macha (figura 22). Em termos

de fauna acessória, as cracas foram os animais mais frequentes, estando presentes em todas as amostragens. Seguiram-se os poliquetas, com maior frequência nos meses de inverno (de dezembro até fevereiro). Ascídias e algas foram apenas registradas após o verão, em setembro e outubro, respectivamente. Apenas as cracas registaram ocorrências (entre dezembro e fevereiro) acima de 1%. Deformações na concha foram apenas observadas a partir do mês de setembro e num número de animais inferior a 50 ( $\approx 1\%$ ).

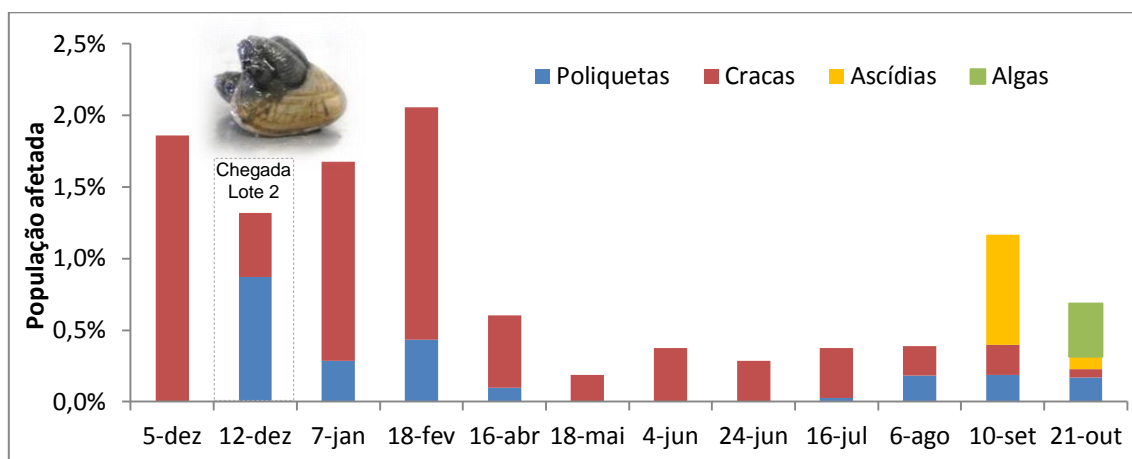


Figura 22. Frequência de epibiontes nas conchas de amêijoia-macha, distribuídos em 4 grupos taxonômicos, com evidência para as cracas (na fotografia).

#### *Índice de condição da amêijoia-macha V. corrugata*

O índice de condição (IC) dos indivíduos de *V. corrugata* foi calculado em três momentos durante este estudo (ver tabela 2). No momento da chegada do lote 1, em novembro de 2014, os 17 indivíduos amostrados apresentavam um IC médio de 15,1%. Na chegada do lote 2, em dezembro de 2014, os indivíduos desse lote apresentavam um IC médio de 13,6%. No fim de inverno, em março de 2015, através de uma amostra aleatória do lote único, consolidado (que resultou da fusão dos lotes 1 e 2), foi observada uma quebra no IC médio, encontrando-se abaixo dos 5%.

Tabela 2. Índice de condição (IC) médio determinado a partir de uma amostra aleatória de n indivíduos (n) de *V. corrugata* dos vários lotes de indivíduos em análise: Lote 1 (novembro de 2014), Lote 2 (dezembro de 2014) e “Lote consolidado” (Lote 1 e 2 agrupados, março de 2015).

Data	IC médio (%)	Comprimento médio (mm)	n
nov-2014 (Chegada lote 1)	15,1	18,4	17
dez-2014 (Chegada lote 2)	13,6	18,9	17
mar-2015	4,2	19,3	19

### 3.3.3. Relações alométricas de *V. corrugata*

Para o estudo da alometria do crescimento de amêijoas-macha foram utilizados 83 animais, com comprimentos entre 14,3 e 26,1 mm (n=83).

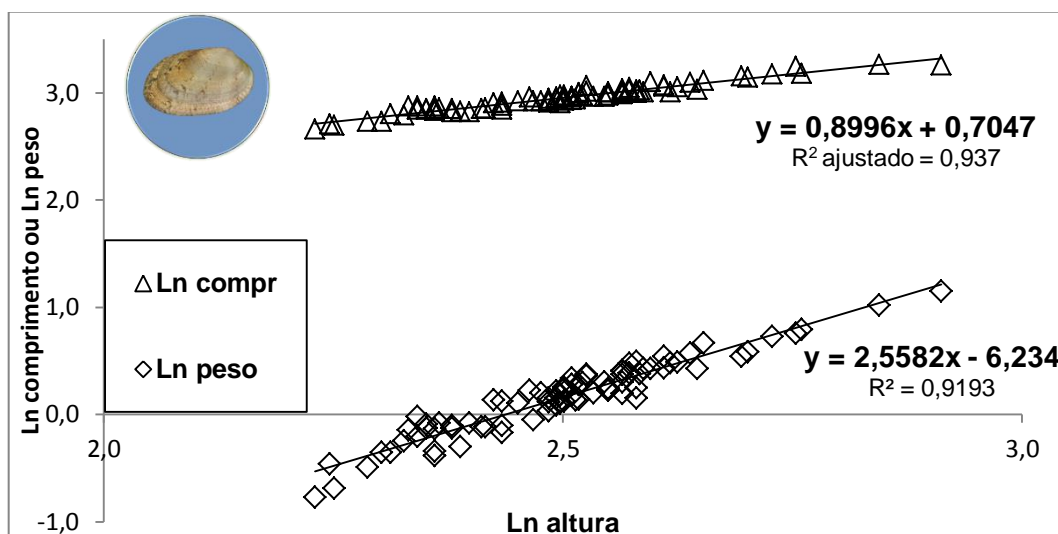






Figura 23. Regressão linear entre os logaritmos naturais de comprimento (Ln compr) e peso (Ln peso) em relação à altura de *V. corrugata*. A partir das retas respectivas obtiveram-se os valores da tabela 3.

A análise da regressão linear entre o comprimento (C) e altura (A) da concha, após transformação logarítmica das variáveis, foi altamente significativa (ANOVA  $F=1224,7$ ;  $P<0,001$ ), obtendo-se a equação:  $\text{Ln}(C) = 0,8996 \text{ Ln}(A) + 0,7047$ . O inverso da transformação logarítmica permite obter a seguinte relação entre as duas variáveis:  $C = 2,023 A^{0,8996}$ . Esta equação é importante para se saber qual o comprimento - que é a dimensão *standard* utilizada em aquicultura - mínimo que os animais devem apresentar para não passarem a rede do cesto-lanterna. Como os animais podem passar a rede pela dimensão mais pequena - a altura - foi estimada a altura mínima que o animal deve ter para não sair da rede. Na tabela 3 acrescentou-se 20% ao valor da diagonal da malha da rede (definido pelo fabricante/fornecedor) para compensar a elasticidade do material sob tensão e garantir que o animal fica retido na lanterna.

É possível ter uma ideia do número total de amêijoas que um prato pode carregar se for feita uma estimativa da área ocupada por cada amêijoas e a área disponível do prato. Na tabela 3 indica-se, como exemplo, alguns cenários possíveis: todas as amêijoas ocuparem metade do prato ( $1/2 a_p$ ), todo o prato ( $a_p$ ), todo o prato com uma camada e mais meio prato com uma segunda camada ( $3/2 a_p$ ) e todo o prato com duas camadas de amêijoas ( $2 a_p$ ). Este aspecto pode ser importante se for pretendido dispor de uma, duas ou mais camadas sobrepostas de amêijoas para rentabilizar a área de produção, a qual

deve ser coordenada em função da disponibilidade alimentar e da taxa de renovação da água.

**Tabela 3. Biometrias de amêijoia-macha, estimadas para assegurar o confinamento dos animais dentro dos cestos-lanternas em determinadas malhas de rede (medidas na diagonal). Nas linhas referentes aos “animais prato<sup>-1</sup>” indica-se o número total de amêijoas que um prato pode carregar se todas as amêijoas ocuparem metade do prato (1/2 A), todo o prato (A), todo o prato com uma camada e mais meio prato com uma segunda camada (3/2 A) e todo o prato com duas camadas de amêijoas (2A). Nas linhas referentes ao “peso prato<sup>-1</sup>” é indicado o peso fresco (g) a que corresponde esse número de animais.**

Diagonal da malha (mm)		2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Altura (A) mínima (mm)		2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2
Compr. (C) mínimo (mm)		4,5	8,3	12,0	15,5	19,0	22,4	25,7	29,0
Animais prato <sup>-1</sup> (a <sub>p</sub> = área útil do prato)	1/2 a <sub>p</sub> 	5391	1445	669	387	253	179	134	104
	a <sub>p</sub> 	10782	2890	1338	775	507	359	268	208
	3/2 a <sub>p</sub>	16174	4335	2007	1162	760	538	401	311
	2 a <sub>p</sub>	21565	5780	2676	1549	1014	717	535	415
Peso (g) prato <sup>-1</sup>	1/2 a <sub>p</sub> 	99	157	205	247	287	323	358	391
	a <sub>p</sub> 	199	314	409	495	573	646	715	781
	3/2 a <sub>p</sub>	298	470	614	742	860	970	1073	1172
	2 a <sub>p</sub>	397	627	819	990	1146	1293	1431	1562

#### 3.3.4. Ensaio de tolerância de *V. corrugata* a diferentes temperaturas

Após uma semana (7 dias) de exposição a temperaturas compreendidas entre 18±1 e 24±1 °C, sem adição de alimento, não se registou mortalidade em nenhuma das réplicas e os indivíduos mostraram atividade regular através da exibição dos sífões (indicativa de filtração ativa). Uma vez que os resultados observados nesse período permitiram responder aos objetivos e de forma a minimizar a posterior perda de indivíduos, o teste foi reduzido a 2 réplicas por tratamento, para o período dos 7 aos 86 dias. Nesse momento o teste aos 24±1 °C atingiu uma mortalidade acumulada de 100%, enquanto aos 18±1 °C não ultrapassou os 50%. A figura 24 apresenta a evolução da mortalidade acumulada ao longo da experiência.

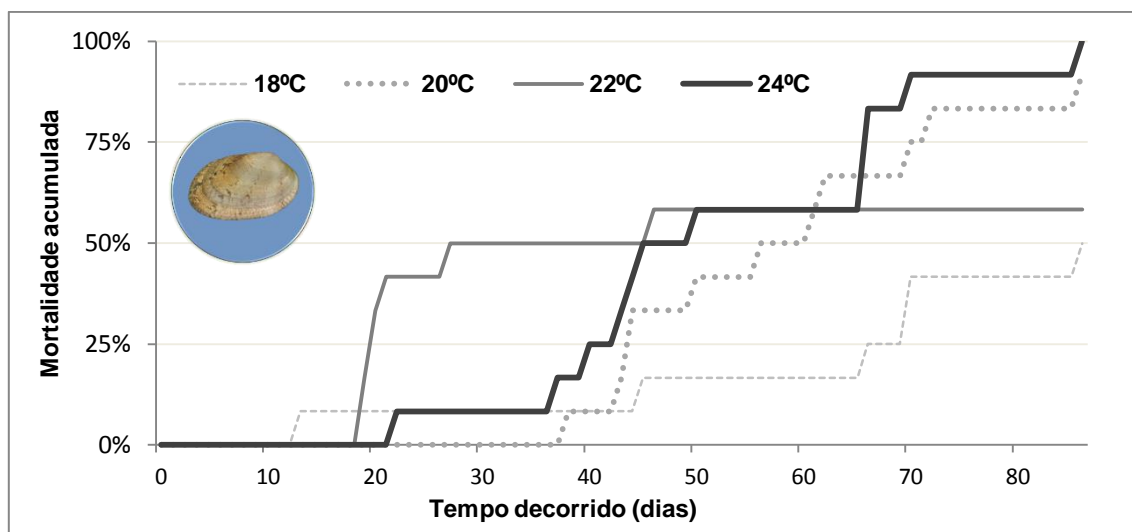


Figura 24. Evolução da mortalidade acumulada no ensaio de tolerância térmica de *V. corrugata* entre os 18 °C e os 24 °C, sem adição de alimento. As linhas indicam a mortalidade acumulada correspondente aos 4 intervalos de temperatura testados ao longo de 86 dias da experiência.

### 3.3.5. Teste do cultivo de amêijoia-boia *R. decussatus* nos cestos-lanternas

*Evolução do comprimento e peso individual, biomassa total e mortalidade de amêijoia-boia*

O teste de cultivo de amêijoia-boia em cestos-lanternas decorreu entre dezembro de 2014 e outubro de 2015, registando uma taxa de sobrevivência de 7%. Das figuras 25 à 29 estão expressos os resultados da evolução temporal do comprimento médio e da taxa de mortalidade diária, do peso médio individual, da biomassa total e da distribuição das frequências do comprimento da população de amêijoia-boia. Em maio de 2015, o teste foi transferido entre dois pontos distintos da piscicultura (do canal de entrada para o tanque de produção nº 13), segue-se uma descrição complementar aos resultados graficados.

Os indivíduos do lote único de *R. decussatus* apresentavam, à chegada, no dia 12 de dezembro de 2014, um peso médio individual de 1,9 g e um comprimento médio de 21,4 mm. No momento da chegada, os comprimentos observados variaram entre 14,5 mm e 28,6 mm, e a biomassa total do lote foi de 26,8 Kg. A primeira amostragem após a chegada ocorreu em 8 de janeiro de 2015, momento em que o comprimento médio observado foi de 21,6 mm e o peso médio individual de 2,3 g, correspondendo a uma biomassa total de 30,5 Kg. O deslocamento da moda nos histogramas de frequências indica um ligeiro crescimento durante o intervalo de 27 dias, com a moda a passar da classe de 22 mm em dezembro (ponto médio de classe) para a classe de 24 mm, em janeiro. A taxa de mortalidade observada entre 12 dezembro de 2014 e 8 janeiro de 2015

(27 dias) foi de 4%, enquanto a taxa de mortalidade diária (TMD) foi de 0,14%. Em 20 de fevereiro foi verificado um aumento do comprimento médio das amêijoas para 22,5 mm. O histograma de frequências confirma a tendência de crescimento com a classe modal nos 26 mm. Apesar do crescimento em comprimento, o peso médio das amêijoas situou-se nos 2,3 g. A taxa de mortalidade entre 8 janeiro e 20 fevereiro (43 dias) foi de 7% (TMD=0,17%) e a biomassa total decresceu para 28,0 Kg. Em 20 de abril o comprimento médio das amêijoas apresentou uma pequena redução (22,3 mm) e o histograma de frequências mostra uma redução da moda para a classe de 24 mm. O peso médio individual das amêijoas manteve-se nos 2,3 g. A taxa de mortalidade entre 20 de fevereiro e 20 de abril (59 dias) foi de 16% (TMD=0,29%), e a biomassa total decresceu para 24,4 Kg. Em 20 de maio foi observado um ténue aumento do comprimento médio das amêijoas (22,5 mm) e o histograma de frequências permaneceu semelhante ao observado em abril, com moda na classe de 24 mm. Observou-se também um aumento do peso médio individual para 2,4 g. Ocorreu, no entanto, um aumento considerável da taxa de mortalidade entre 20 de abril a 20 de maio (30 dias), situando-se nos 64% (TMD=3,62%). Em consequência disso, a biomassa total decresceu para 8,6 Kg.

Dado que se registou um aumento considerável de mortalidade a partir de abril de 2015, em 21 de maio mudaram-se parte dos cestos-lanternas para o tanque 13, sujeito a menor hidrodinamismo e com menor quantidade de partículas em suspensão na água, sendo este fator o principal suspeito da causa de mortalidade.

A segunda fase, considerada após a transferência de alguns cestos-lanternas para o tanque 13, iniciou-se com uma amostragem em 4 de junho de 2015. No tanque 13 (figura 26) as amêijoas apresentaram um comprimento médio de 23,0 mm e peso médio 2,5 g. Já no canal de entrada, o comprimento médio foi de 23,4 mm e o peso médio de 2,8 g. Nos histogramas de frequências observou-se uma diferença entre a classe modal nos dois locais, que no tanque 13 se situa nos 26 mm e no canal de entrada nos 24 mm. A taxa de mortalidade observada entre os dois tanques foi bastante distinta no período de 21 de maio a 4 de junho (14 dias). No canal de entrada a taxa de mortalidade observada foi de 13% (TMD=0,95%), em contraste com os 40% (TMD=3,40%) observados no tanque 13 (com maior incidência nos animais de menores dimensões). Observou-se uma redução da biomassa total entre 21 de maio e 4 de junho nos dois locais: de 5,9 Kg para 3,8 Kg, no tanque 13, e de 2,7 Kg para 2,4 kg no canal de entrada. Em 24 de junho de 2015 foi observado um ténue aumento do comprimento médio das amêijoas, em ambos os locais de produção, para 23,6 e 23,8 mm, no tanque 13 e canal de entrada, respetivamente. Foi também observado um aumento do peso médio das amêijoas para

3,1 g no tanque 13 e 2,9 g no canal de entrada. O histograma de frequências mostra uma redução da classe modal no tanque 13 (24 mm), enquanto no canal de entrada foi observada uma moda abrangendo as classes 24 mm e 26 mm. No período de 4 de junho a 24 de junho (20 dias) observou-se uma redução na taxa de mortalidade no tanque 13 (de 40% para 35%, TMD=2,12%), em contraste com o canal de entrada, em que se manteve (de 13% para 16%, TMD=0,85%). A biomassa total decresceu para 3,1 Kg no tanque 13 e 2,0 Kg no canal de entrada. Em 16 de julho de 2015 é possível observar sinais de crescimento no tanque 13, em contraste com o canal de entrada. No tanque 13, os animais apresentam comprimento médio de 24,5 mm e peso médio de 3,7 g. No canal de entrada o comprimento médio situa-se nos 24,1 mm e o peso médio nas 3 g. Os histogramas de frequências mostram que no tanque 13 a classe modal situava-se nos 26 mm e no canal de entrada nos 24 mm. A taxa de mortalidade entre 24 de junho a 16 de julho (22 dias) continua a sua tendência de diminuição no tanque 13, agora nos 28% (TMD=1,50%). No canal de entrada, a taxa de mortalidade aumentou ligeiramente para 18% (TMD=0,88%). Quanto à biomassa total, esta decresceu novamente em ambos os tanques de produção: no tanque 13 para 2,6 Kg e no canal de entrada para 1,8 Kg. Em 6 de agosto de 2015 observaram-se diferenças entre os dois locais de produção: no tanque 13, embora tenha sido observado um aumento do peso médio para 3,9 g, o comprimento médio manteve-se semelhante ao observado no mês anterior, nos 24,8 mm; no canal de entrada, o peso médio manteve-se nos 3,0 g e o comprimento médio diminuiu para 23,7 mm. As classes modais de comprimento mantiveram-se semelhantes às observadas em julho. A principal diferença entre os dois tanques foi a de que no período de 16 de julho a 6 de agosto (21 dias), a taxa de mortalidade decresceu para 5% (TMD=0,25%) no tanque 13 enquanto que no canal de entrada se verifica um pequeno decréscimo relativo ao mês anterior, para os 15% (TMD=0,8%). Consequentemente, o valor da biomassa total no tanque 13 manteve-se praticamente inalterado, nos 2,6 Kg; no canal de entrada a biomassa total decresceu novamente, situando-se nos 1,5 Kg. Em 10 de setembro de 2015 foi apenas feito o registo do comprimento médio das amêijoas do tanque 13, que embora tenham apresentado um pequeno aumento (de 24,8 a 25,3mm), observou-se uma redução na classe modal para os 24 mm. A taxa de mortalidade entre 6 de agosto a 10 de setembro (35 dias) mostra um panorama semelhante ao registado em agosto: no tanque 13 situou-se nos 5% (TMD= 0,13%), enquanto que no canal de entrada apresentou um aumento para 23% (TMD= 0,76%). Em outubro, o comprimento médio ponderado foi de 24, 8 mm e a mortalidade de 6% (TMD = 0,2%). Entre dezembro de 2014 e outubro de 2015 o comprimento médio da concha aumentou 3,4 mm.

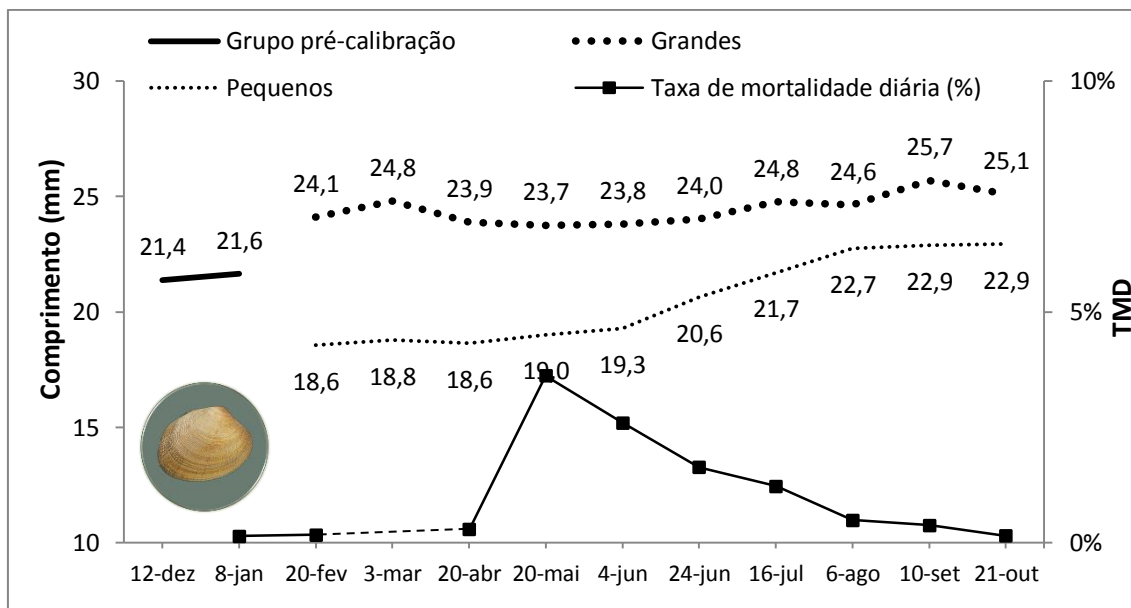


Figura 25. Evolução do comprimento médio dos indivíduos vivos e da taxa de mortalidade diária (TMD) de *R. decussatus* entre dezembro de 2014 e outubro de 2015. No mês de março não foi possível calcular a mortalidade.

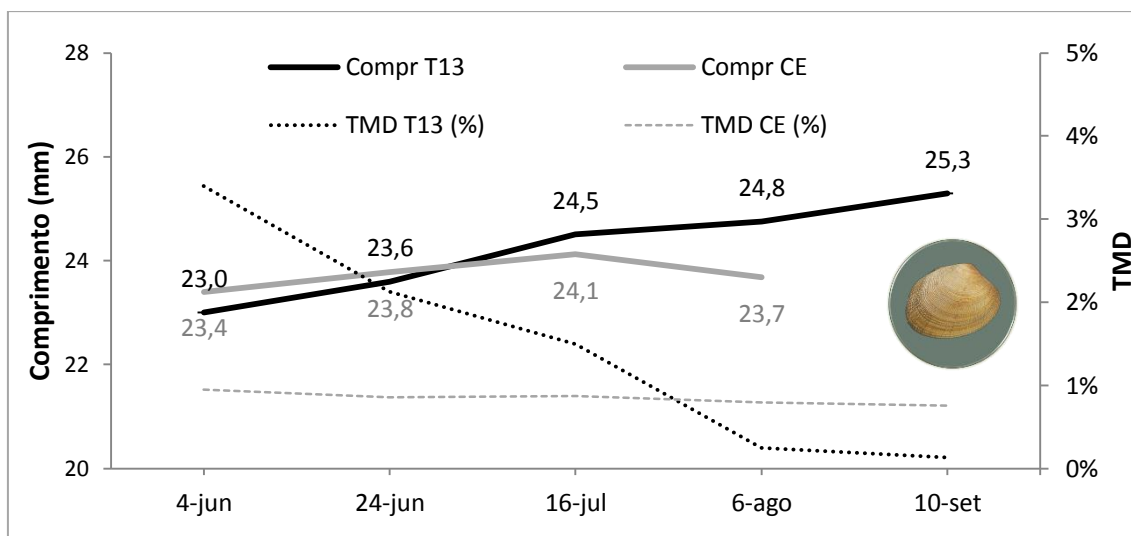


Figura 26. Comparação da evolução do comprimento médio (Compr) e da taxa de mortalidade diária (TMD) de amêijoia-boia entre os locais amostrados, nomeadamente canal de entrada (CE) e tanque nº 13 (T13).



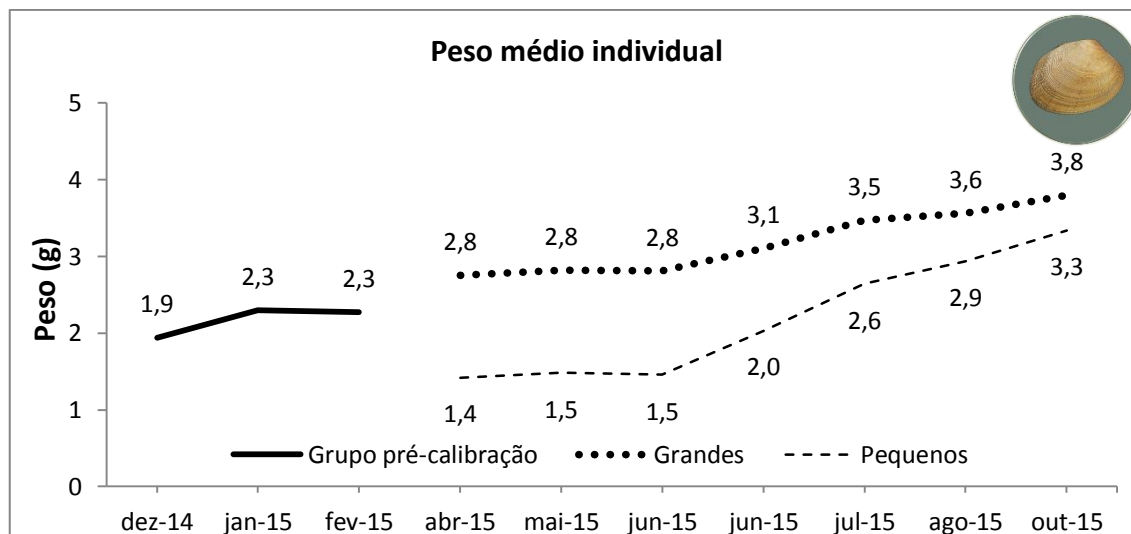


Figura 27. Evolução do peso médio individual de amêijoia-ba durante o período deste estudo, antes do processo de calibração (“Grupo pré-calibração”) e após o mesmo, aqui distinguindo-se os dois grupos de indivíduos dele resultantes: “Grandes” e “Pequenos”. O valor do peso médio foi calculado a partir da razão da biomassa total de cada grupo identificado pelo número de indivíduos correspondentes.

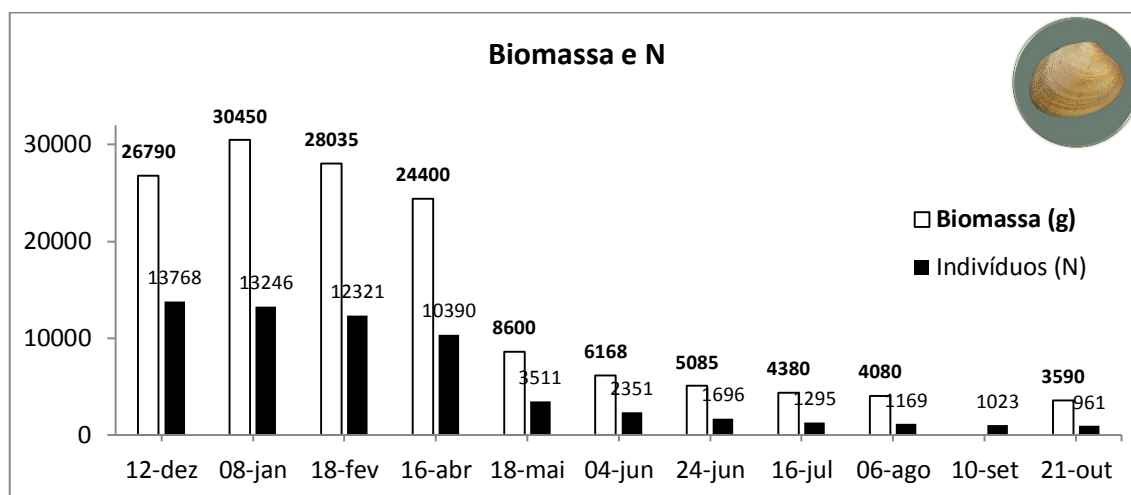
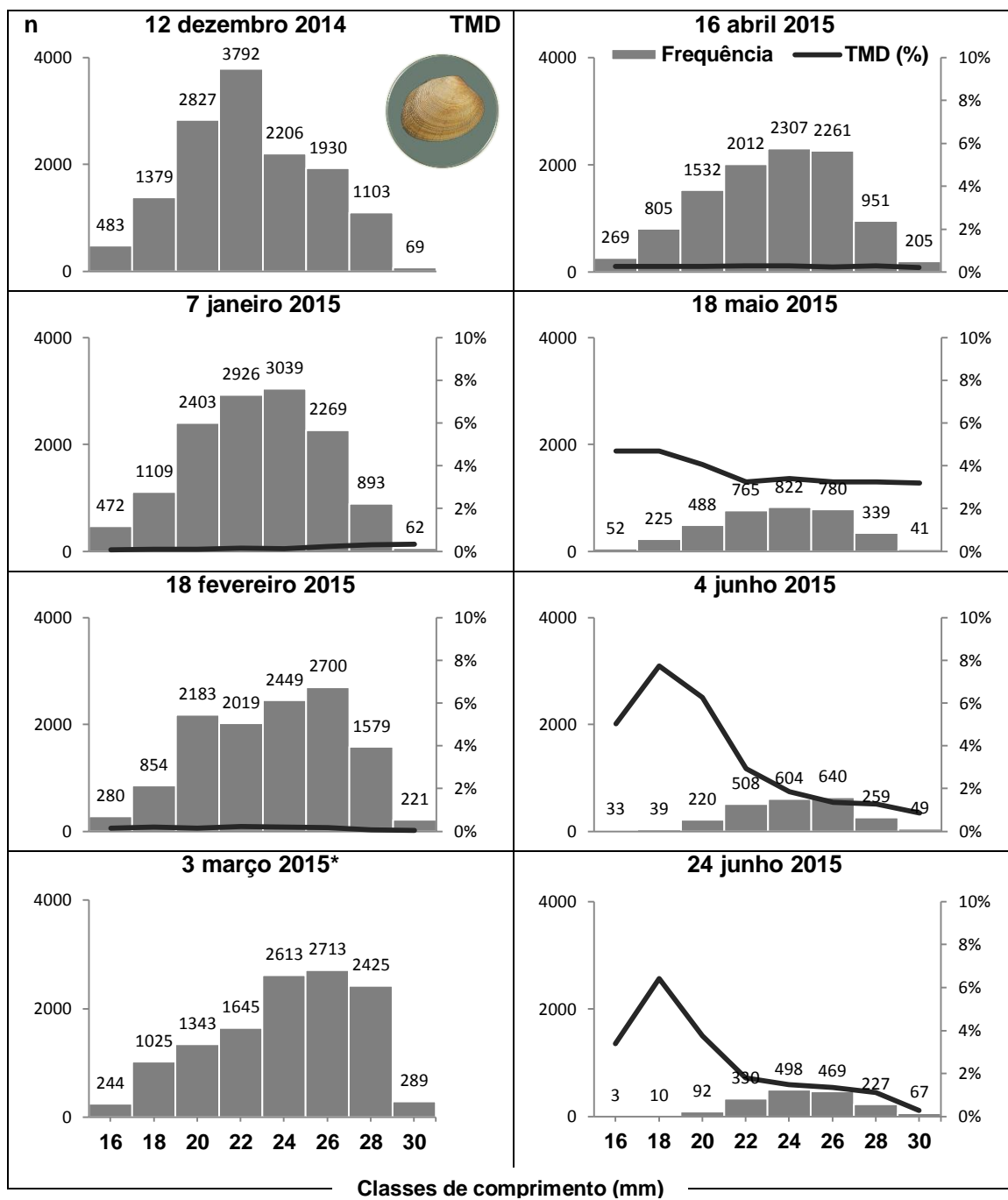


Figura 28. Biomassa e número de indivíduos total de *R. decussatus* ao longo do teste de cultivo nos cestos-lanterna. No mês de setembro não foi possível determinar a biomassa da população.



(continuação)

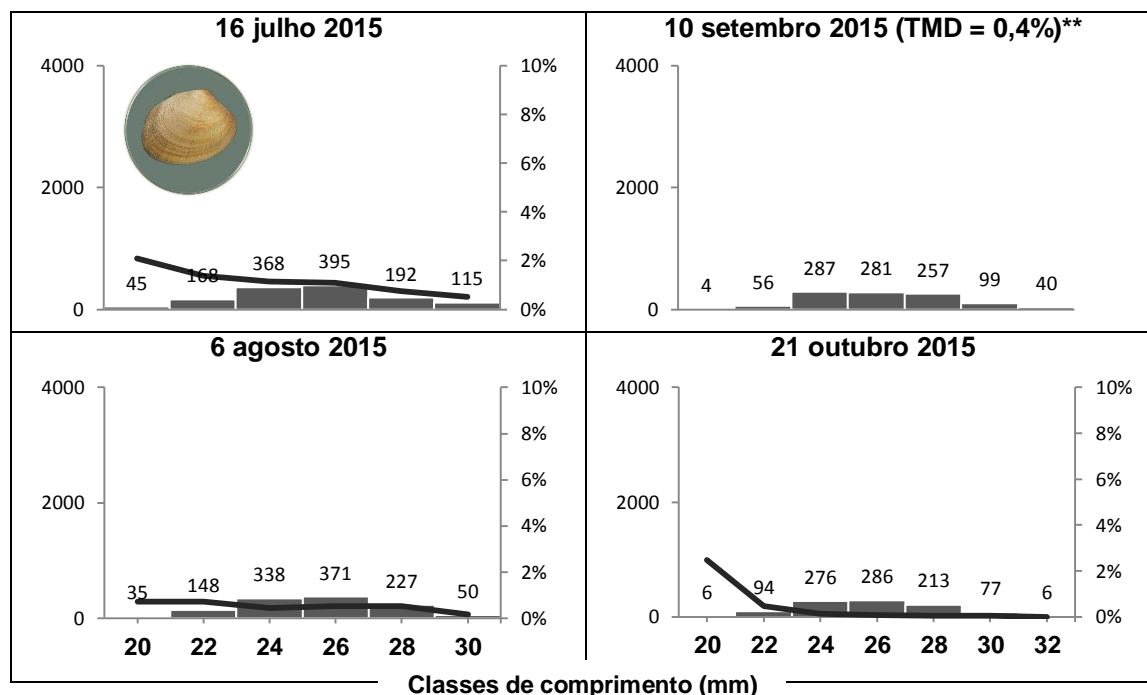


Figura 29. Histogramas de distribuição de frequências do comprimento do lote estudado de *R. decussatus*. Esta distribuição foi obtida por ponderação a partir de uma amostragem aleatória ( $30 \leq n \leq 50 \text{ ind prato}^{-1}$ ), sendo que n representa a estimativa do número de indivíduos de cada classe na população. A taxa de mortalidade diária (TMD) para cada classe foi calculada a partir do comprimento das conchas dos indivíduos mortos. Cada classe de comprimento compreende os valores de x e x-1 do número correspondente. \*No mês de março não foi possível calcular a mortalidade; \*\*No mês de setembro não foi possível calcular a taxa de mortalidade diária por classes.

#### Taxa de mortalidade diária em função do mês, da carga e da posição dos pratos

Foi analisada a relação da taxa de mortalidade diária com a biomassa de amêijoia por prato (carga inicial em  $\text{Kg/m}^2$ ) e a posição no cesto lanterna (o prato 1 é o mais próximo da superfície da água e prato 3 o mais profundo) para os meses de janeiro (1), fevereiro (2), abril (4) e maio (5) de 2015. Negligenciando o efeito da calibração, a análise do modelo linear geral pelo *software* SPSS ( $R^2=0,93$ ) indica que o mês ( $Z=428,35$ ;  $P < 0,001$ ) e a posição no prato ( $Z=5,97$ ;  $P=0,004$ ) tiveram um efeito significativo na mortalidade, enquanto o efeito da carga não se revelou significativo ( $Z=1,775$ ;  $P=0,186$ ). A análise também indica que houve uma interação altamente significativa entre o "mês" e o "prato" ( $Z=4,82$ ;  $P < 0,001$ ). Tal como já foi descrito para a amêijoia-macha, a figura 31 indica que o efeito mais significativo do "prato" ocorreu no mês correspondente à maior mortalidade dos dados analisados, em maio, altura em que ocorreu um gradiente decrescente de mortalidade da amêijoia-boia desde o primeiro até ao último prato. Os resultados sugerem que na altura de maior mortalidade os pratos superiores foram os mais afectados.

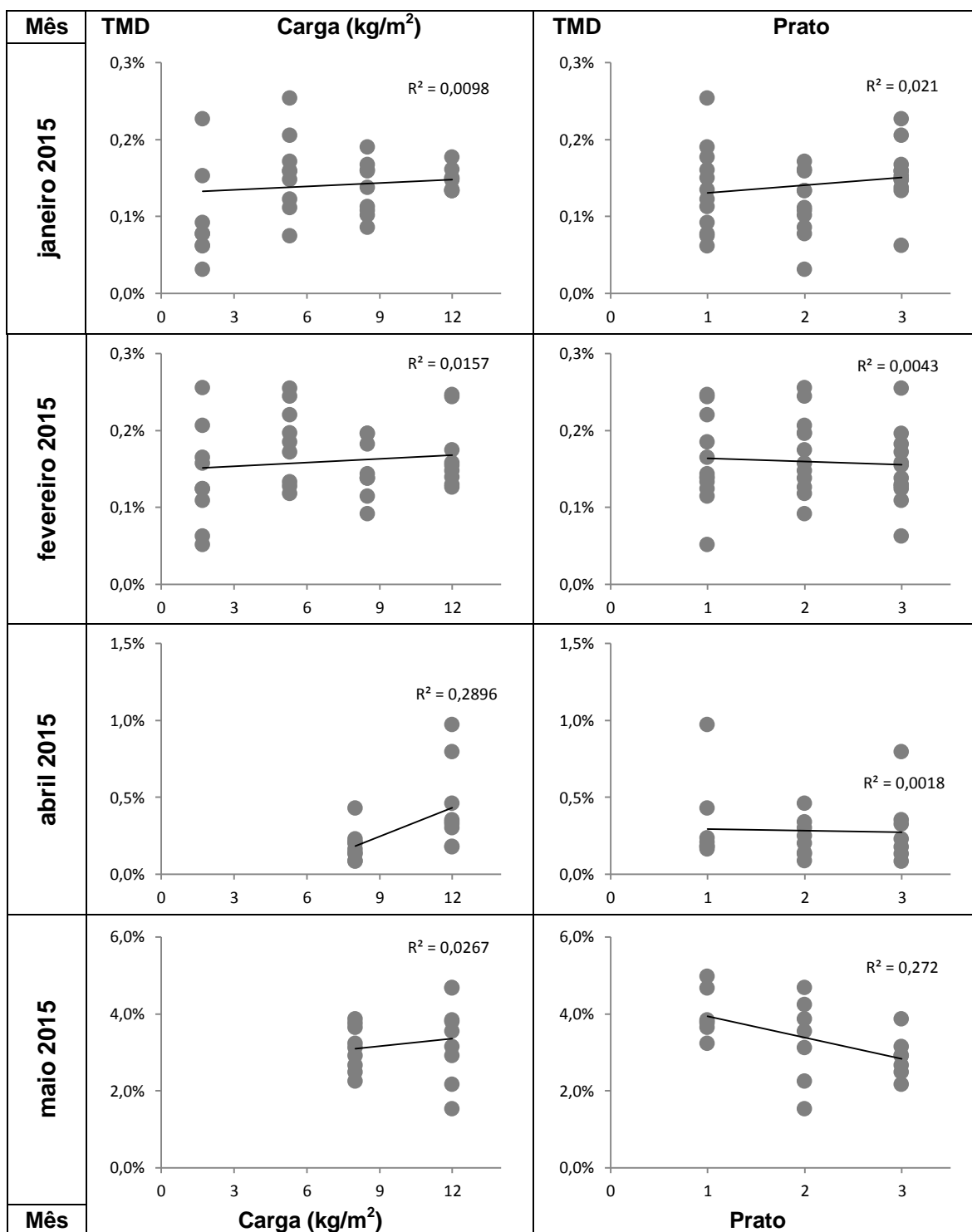
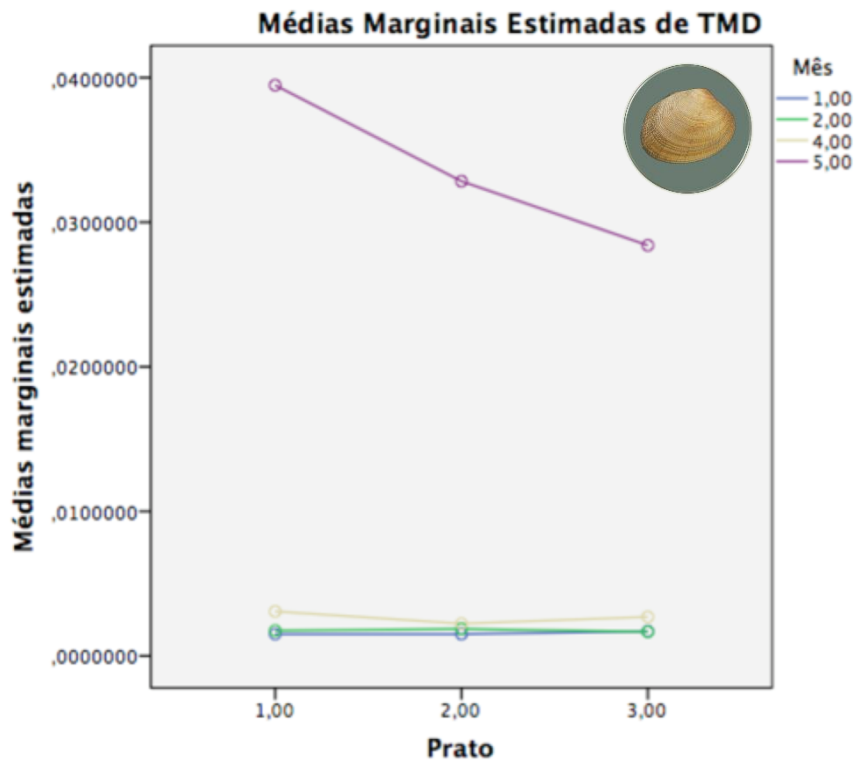


Figura 30. Taxa de mortalidade diária (TMD) de *R. decussatus* em função da carga e da profundidade do prato, para os meses de janeiro, fevereiro, abril e maio de 2015. A carga representa a quantidade de biomassa cultivada por área de prato. O prato 1 corresponde ao prato mais elevado e o prato 3 ao prato do nível mais profundo.

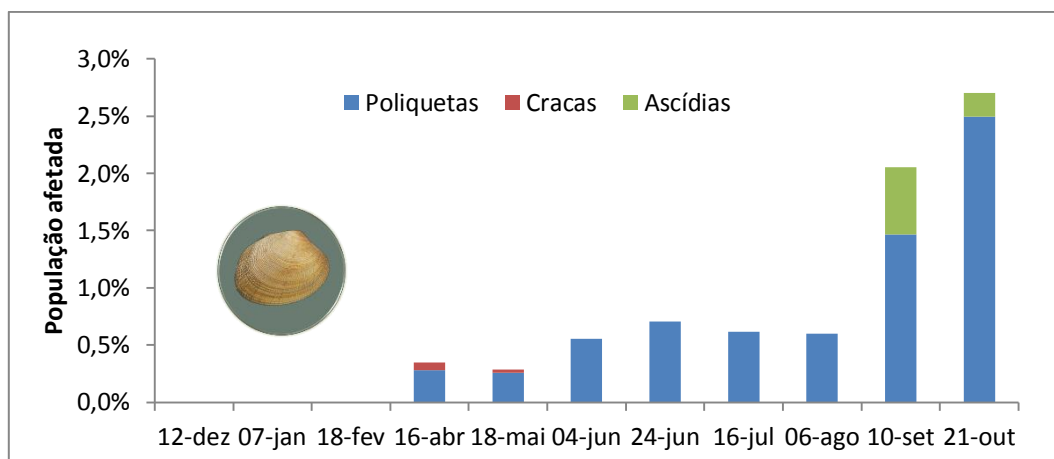


As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas nos valores a seguir: Carga = 8,132

Figura 31. Modelo linear geral que relaciona a taxa de mortalidade diária transformada (eixo y) de amêijoia-boia com os fatores “mês” (representado pelas linhas), “prato” (eixo x) e “carga” (média fixa de 8,132 Kg m<sup>-2</sup>). As linhas 1, 2, 4 e 5 correspondem aos meses de janeiro, fevereiro, abril e maio, respectivamente.

#### *Epibiontes e deformações nas conchas de amêijoia-boia*

Durante o período deste teste de cultivo em cestos-lanterna, os epibiontes mais frequentes na parte exterior das conchas do lote de amêijoia-boia foram poliquetas tubícolas (figura 32). A frequência destes animais foi crescente ao longo da experiência, tendo surgido no início da primavera e mostrando um aumento acentuado nos meses de setembro e outubro de 2015. Também foram observadas ascídias e cracas, embora com menor incidência, não ultrapassando valores acima de 0,6% da população. Não se registaram deformações nas conchas desta espécie.



**Figura 32. Grupos taxonômicos incrustados na parte exterior da concha de amêijoas-boas, durante o teste de cultivo nos cestos-lanterna.**

#### *Índice de condição de *R. decussatus**

Foi estimado o índice de condição da espécie no momento da chegada, em dezembro (n=12), e após três meses de permanência nos cestos-lanterna, em março (n=30). A média deste parâmetro (7,9%) permaneceu estável neste período, indicando que a condição física dos indivíduos não foi afetada pelas baixas temperaturas da água registradas nos meses de inverno (tabela 4).

**Tabela 4. Índice de condição de *R. decussatus* em Dezembro de 2014 e Março de 2015, com identificação do comprimento médio e número de indivíduos (n) utilizados para o cálculo deste parâmetro fisiológico.**

Data	IC médio (%)	Comprimento médio (mm)	n
Dez-2014 (Chegada)	7,9	21,6	12
Mar-2015	7,9	22,1	30

### 3.3.6. Relações alométricas de *R. decussatus*

Para o estudo das relações alométricas de amêijoia-boia foram considerados animais de comprimento compreendido entre 9,5 e 30 mm (n=111).

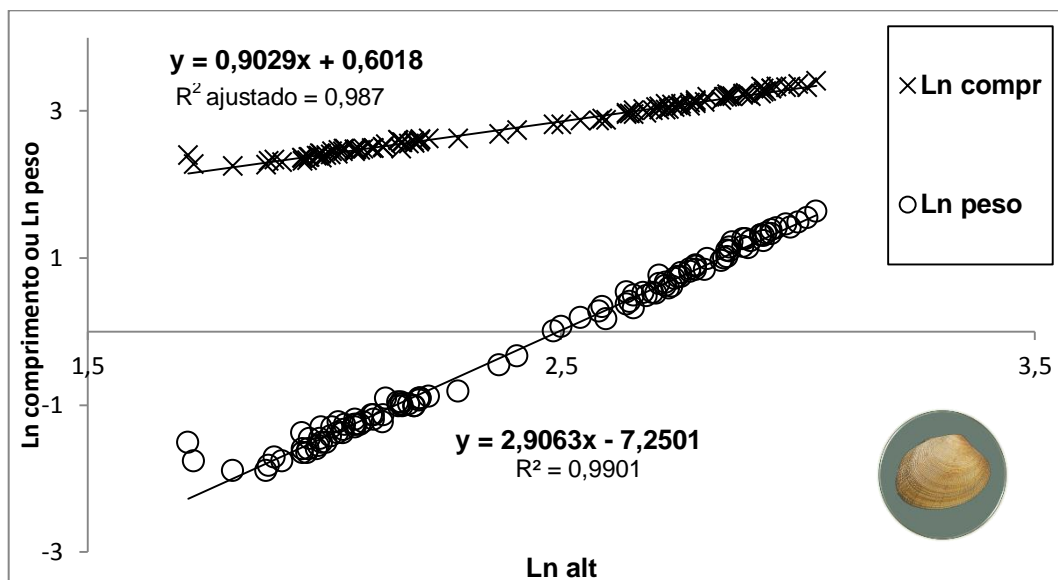






Figura 33. Regressão linear entre os logaritmos naturais de comprimento (Ln compr) e peso (Ln peso) em relação à altura de *R. decussatus*. A partir das retas respectivas obtiveram-se os valores da tabela 5.

A análise da regressão linear entre o comprimento (C) e altura (A) da concha, após transformação logarítmica das variáveis, foi altamente significativa (ANOVA  $F=8451,9$ ;  $P<0,001$ ), obtendo-se a equação:  $\text{Ln}(C) = 0,9029 \text{ Ln}(A) + 0,6018$ . O inverso da transformação logarítmica permite obter a seguinte relação entre as duas variáveis:  $C = 1,825 A^{0,9029}$  (figura 33). Tal como na amêijoia-macha, esta equação permite-nos calcular o comprimento mínimo que os animais devem ter para serem retidos pela malha da rede a fim de permanecerem confinados no cesto-lanterna. Sendo que, de acordo com a equação, a altura é sempre a dimensão mais pequena de um indivíduo relativamente ao seu comprimento, foi estimada a altura mínima que o animal deve ter para não transpor a barreira de protecção que é imposta pela rede. Na tabela 5 acrescentou-se 20% ao valor da diagonal da malha da rede (definido pelo fabricante/fornecedor) para compensar a elasticidade do material sob tensão e assegurar a retenção do animal na lanterna. Deve ser tido em conta que os pratos têm perfurações de 4 mm de diâmetro, devendo ser feitas adaptações para as dimensões inferiores.

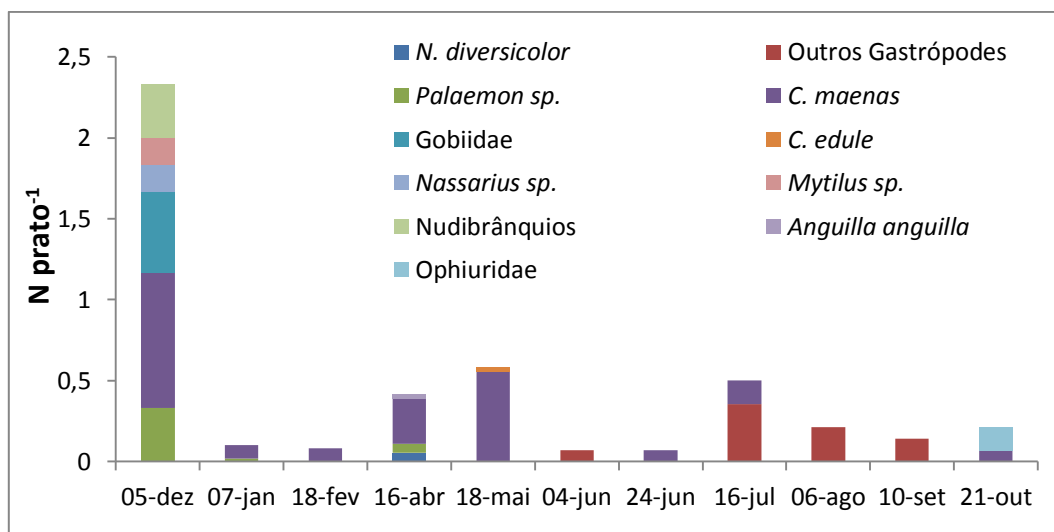
**Tabela 5. Biometrias estimadas para assegurar o confinamento dos animais aos cestos-lanterna em determinadas malhas de rede (medidas na diagonal). Nas linhas referentes aos “animais prato<sup>-1</sup>” indica-se o número total de amêijoas que um prato pode levar se todas as amêijoas ocuparem metade do prato ( $1/2 a_p$ ), todo o prato ( $a_p$ ), todo o prato com uma camada e mais meio prato com uma segunda camada ( $3/2 a_p$ ) e todo o prato com duas camadas de amêijoas ( $2 a_p$ ). Nas linhas referentes ao “peso prato<sup>-1</sup>” é indicado o peso a que corresponde esse número de animais.**

Diagonal da malha		2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Altura (A) mínima		2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2
Comprimento (C) mínimo		4,0	7,5	10,9	14,1	17,2	20,3	23,3	26,3
Animais prato <sup>-1</sup> ( $a_p$ = área útil do prato)	$1/2 a_p$ 	5974	1598	739	427	279	197	147	114
	$a_p$ 	11949	3195	1477	854	559	395	295	228
	$3/2 a_p$	17923	4793	2216	1282	838	592	442	343
	$2 a_p$	23898	6390	2954	1709	1118	790	589	457
Peso prato <sup>-1</sup>	$1/2 a_p$ 	54	108	163	217	272	326	381	435
	$a_p$ 	108	217	325	434	543	652	761	871
	$3/2 a_p$	162	325	488	651	815	978	1142	1306
	$2 a_p$	216	433	651	869	1087	1305	1523	1741

### 3.3.7. Fauna acessória e colmatação das estruturas de cultivo

Ao longo do período de manutenção dos cestos-lanterna foram encontrados 101 animais intrusos, identificados como representantes de 11 taxa distintos (figura 34). Apenas na primeira amostragem foi registado um valor médio acima de 2 animais intrusos por prato (entenda-se na sua área útil). Entre estes, a espécie mais frequente foi o caranguejo (*Carcinus maenas*), com 62 ocorrências. No entanto, não foram verificados danos aparentes nas estruturas ou nas amêijoas provocados por estes animais. Os animais encontrados apresentaram dimensões inferiores ou iguais à diagonal da malha da rede.





**Figura 34. Fauna acessória encontrada na superfície superior dos pratos de produção.**

Desde o início da experiência, em Novembro de 2014, até Abril de 2015, não foi observada colmatção das redes por algas (figura 35-A). No mês de maio, coincidindo com o aumento do fotoperíodo, surgiu o primeiro registo de uma camada consistente de algas, nomeadamente *Enteromorpha* sp., sob as redes das lanternas de cultivo (figura 35-B).

Nos pratos de cultivo foram, desde o início da experiência, observados poliquetas tubícolas na superfície inferior, mas sem interferência na colmatção das perfurações dos pratos (figura 35-C). Entre fevereiro e abril veio a verificar-se um aumento da fauna na base inferior dos pratos, com poliquetas tubícolas em maior densidade e o aparecimento de ascídias (tunicados) em quantidade significativa (figura 35-D), aos quais se juntaram algas em número considerável, em julho (figura 35-E). Ocasionalmente foram observadas cracas, em menor quantidade que os representantes dos restantes grupos taxonómicos. Houve um aumento gradual do biota incrustado nos pratos com o avanço das épocas de primavera e verão. Nesses períodos, entre amostragens de 3 semanas, ambas as estruturas foram sucessivamente colmatadas, sendo que o peso de um prato limpo pode aumentar em 75% com o peso da fauna e flora incrustada (de 500 para 875g).



Figura 35. (A) Cesto-lanterna no mês de dezembro, após 14 dias no canal de entrada, com vestígios de sedimento nas redes e nos pratos. (B) Colmatação da rede de um cesto-lanterna por *Enteromorpha* sp. (C) Baixa densidade de fauna na base de um prato, após 3 meses no canal de entrada (fevereiro de 2015). (D) Elevada densidade de fauna na base de um prato, com poliquetas e ascídias, em abril. (E) Em julho, além de ascídias e poliquetas, a base dos pratos contava com quantidade significativa de algas.

### 3.3.8. Sedimentos nos pratos de cultivo

A estrutura de produção foi inicialmente instalada próxima à comporta de entrada do canal que abastece os tanques de produção de peixe. A escolha foi fundamentada pelo maior fluxo e pela maior velocidade de água relativamente aos tanques de produção. Em maio, observaram-se depósitos de lodo acima do limite superior do bordo dos pratos (figura 36-A). A intensa quantidade de matéria particulada na água foi também observada pelas quantidades significativas de lodo fixo à malha das redes das lanternas. Sob estas condições o fluxo de água nas perfurações dos pratos foi interrompido e uma quantidade significativa de amêijoas ficaram completamente enterradas.



Figura 36. Elevada quantidade de sedimento nos pratos de cultivo do canal de entrada em maio (A), associada à colmatação das redes com *Enteromorpha* sp. (B). Em (C), baixa sedimentação observada nos pratos de cultivo do tanque 13, em junho.

#### *Teor de matéria orgânica e granulometria dos sedimentos nos pratos*

No seguimento da elevada sedimentação, foi feita uma análise granulométrica e do teor de matéria orgânica a partir dos sedimentos depositados nos pratos. Verificou-se que os sedimentos do tanque 13 apresentaram maior teor em matéria orgânica relativamente aos sedimentos do canal de entrada.

No canal de entrada o sedimento analisado apresenta elevado conteúdo (84,3%) em partículas finas (inferiores a 0,063 mm), sendo cerca de 98% inferior a 0,125 mm. No tanque 13, o teor em finos é menor (69,4%), sendo que 87,6% das partículas do sedimento são inferiores a 0,125 mm, conforme expresso na tabela 5.

Tabela 6. Resultados da análise granulométrica e do teor de matéria orgânica das amostras analisadas dos dois locais onde decorreu o teste de produção em cestos-lanterna. Os valores referem-se à percentagem do peso seco total.

	<i>Canal Entrada</i>	<i>Tanque 13</i>
<b>TMO</b>	6,1%	8,9%
<b>Granulometria dos sedimentos</b>		
≥ 2mm	0,0%	0,1%
2-1 mm	0,0%	1,6%
1-0,5 mm	0,0%	2,1%
0,5-0,25 mm	0,4%	3,7%
0,25-0,125 mm	1,2%	4,9%
0,125-0,63 mm	14,0%	18,2%
Finos (<0,063 mm)	84,3%	69,4%
Fração biogénica	0,0%	0,1%

### 3.4. DISCUSSÃO

O futuro da aquicultura mundial é muito promissor. Desde a década de 1960, o consumo mundial de pescado *per capita* aumentou de 9,9 para 19,2 kg, embora as capturas da pesca tenham estagnado a partir dos anos 90. Tem sido o rápido desenvolvimento da aquicultura a providenciar as necessidades, fornecendo já cerca de metade do pescado consumido atualmente e prevendo-se que seja a principal fonte de pescado nos próximos anos (FAO, 2014). A economia do mar é um setor em franca expansão, com uma aposta clara nos produtos derivados da aquicultura. No entanto, as estratégias a adoptar neste setor devem ser analisadas no contexto de cada região em particular. No caso concreto da Ria de Aveiro, existem excelentes condições para a prática da aquicultura mas o seu desenvolvimento futuro deve assentar em novas espécies e/ou métodos de produção. O cultivo de amêijoia-boia e amêijoia-macha constitui uma aposta muito atrativa neste setor, dado o elevado valor comercial destas espécies e a sua forte procura no mercado, agora mais acentuado perante a exaustão dos *stocks* naturais. No entanto, o cultivo de fundo destas espécies tem sido limitado pela falta de áreas concessionadas adequadas e pelo risco de roubos nesses locais. Procuram-se, assim, alternativas de produção em áreas de acesso restrito, condição que é disponibilizada pelas infraestruturas de antigas pisciculturas. Por outro lado, nestes locais confinados é, provavelmente, possível aumentar a rentabilidade da produção apostando em regimes semi-intensivos através metodologias inovadoras. É neste contexto que se insere o presente trabalho, o qual pretende validar a utilização de cestos-lanterna para a engorda de amêijoia-boia e amêijoia-macha em suspensão, em tanques de terra. Tratando-se de um método inovador, existem vários desafios relacionados não só com a performance das estruturas de cultivo, como com a performance dos animais, visto que se pretende fazer a engorda destes bivalves na coluna de água, apesar de que nas condições naturais eles crescem enterrados no sedimento. Este trabalho pretendeu assim avaliar o manuseamento dos cestos-lanterna e o confinamento das amêijoas nos mesmos, a bioincrustação nos animais e nos cestos-lanterna, a sedimentação nos pratos e anomalias nas conchas. Num plano de menor relevância, devido às condições sub-ótimas em que se desenrolou a experiência, foi analisado também o crescimento e a mortalidade nas duas espécies.

Os cestos-lanterna mostraram ser adequados para o objetivo a que se destinam, combinando o bem-estar animal com operacionalidade e resistência dos materiais. As redes mostraram elasticidade e resistência suficiente para o seu fácil manuseamento. Foi possível verificar que os cestos-lanterna eram eficientes para reter as amêijoas e ao

mesmo tempo permitiam uma boa circulação da água, essencial para a sua alimentação, respiração e eliminação dos produtos de excreção. Ainda assim, na fase inicial da experiência assistiu-se à perda de animais que passaram a malha da rede, porque as dimensões mínimas (altura) dos animais não foram ponderadas na escolha da malha. O estudo das relações alométricas permitiu construir as tabelas 3 e 5 que ajudam a decidir, mediante o tamanho dos animais, sobre a malha da rede a utilizar para o seu confinamento.

Relativamente aos pratos que suportam as amêijoas, verificou-se um gradiente crescente da bioincrustação na base dos pratos com o aumento da temperatura da água e o fotoperíodo (esta informação é inferida pela observação das ilustrações C, D e E da figura 35). Em apenas 3 semanas, no período entre amostragens no verão, a base dos pratos foi sucessivamente colmatada por poliquetas, ascídias e algas e a rede das lanternas coberta por uma camada de algas do género *Enteromorpha* (figura 35–B). Isto reflete-se num aumento de peso e coloca as estruturas sob maior tensão, além de que a colmatção das redes pode limitar o fluxo de água no interior da lanterna. As ascídias e poliquetas fixos na base inferior dos pratos são organismos filtradores e competidores por alimento (Dunham e Marshall, 2012), justificando-se a sua limpeza mais frequente das lanternas. Não se verificaram anomalias substanciais nas conchas de amêijoa-boia (não há registo) e de amêijoa-macha (1% em Setembro), apesar de não estarem reunidas as condições ideais ao crescimento. Quer isto dizer que esta avaliação pode estar subestimada devido ao pouco crescimento observado e deve ser feita uma análise mais detalhada assim que estiverem reunidas as condições de produção adequadas. No cultivo de amêijoa-japónica em suspensão, as deformações na concha desenvolvem-se tipicamente entre os 15 e 20 mm (Marshall e Dunham, 2013). Por outro lado, a espécie *C. nutalli* (berbigão) revela menor incidência de deformações com o aumento da densidade de carga, no cultivo em suspensão (Dunham e Marshall, 2012). O eventual impacto das deformações na concha é a desvalorização na venda, uma vez que o risco de desidratação (a deformação não permite o total encerramento das valvas durante o período de emersão na baixa mar, nos bancos intermareais) não se aplica ao cultivo contínuo em submersão.

Outro fator com influência na venda do produto é a presença de epibiontes nas conchas das amêijoas. Neste estudo os epibiontes tiveram um registo reduzido, com um máximo de 2% no lote de amêijoa-macha, em fevereiro, em que predominaram as cracas, com 1,6% de indivíduos afetados. Parte significativa desses animais já vinha afetado desde a pré-engorda, na Galiza (figura 22). Na amêijoa-boia o número de

epibiontes foi crescente na primavera, com um ligeiro decréscimo no verão e atingiu o máximo de 2,7% em outubro, predominando os poliquetas, que afetaram 2,5% dos indivíduos, tendo-se também observado a fixação de ascídias (figura 33). Apesar destes valores serem muito inferiores aos registados na Galiza (52%), o mês de outubro foi também um dos períodos de maior frequência de epibiontes nesse local (Royo, 2005). Este fator complementa a necessidade de raspar periodicamente a base dos pratos nos meses de primavera e verão, minimizando a competição por alimento e a possibilidade de propagação dos epibiontes para as amêijoas.

Embora tenha sido alvo apenas de uma avaliação qualitativa, a sedimentação nos pratos mostrou-se preocupante. Principalmente no mês de maio, a elevada quantidade de sedimento nos pratos (no canal de entrada) coincidiu com o pico de mortalidade registado na amêijoia-bola. A amêijoia-macha teve um aumento elevado de mortalidade nesse período mas o pico de mortalidade só foi alcançado cerca de duas semanas depois, em Junho. Embora nas condições naturais ambas as espécies ocorram enterradas no sedimento, a composição granulométrica dos fundos estuarinos, quer nos bancos naturais quer nas áreas de cultivo, é composta maioritariamente por partículas de dimensões maiores, como areia ou gravilha (Ferreira *et al.*, 2012; Quintino *et al.*, 2012; Vilela, 1950), ao invés da elevada percentagem de finos que foi observada nos sedimentos analisados. Elevadas concentrações destes sedimentos estão associadas a efeitos negativos na filtração de alimento (Defossez e Hawkins, 1997; Sobral e Widdows, 2000) e respiração (Sobral e Widdows, 1997). Também o teor de matéria orgânica superou a média observada nas áreas intermareais destinadas à produção de ostra (inicialmente de amêijoia; figura 2-C do capítulo I) na Ria de Aveiro (Quintino *et al.*, 2012).

Considerando o período respeitante ao início da experiência, em novembro, a temperatura e a salinidade na Ria de Aveiro assemelham-se aos valores registados nas Rias Galegas (Aranguren *et al.*, 2014; Jara-Jara *et al.*, 1997), de onde eram originários os lotes. Por outro lado, nos meses de verão, os tanques de produção do local de estudo chegaram a atingir temperaturas na ordem dos 24 °C que estão muito acima daquelas que são tidas como ótimas (20 °C) para o crescimento de amêijoia-macha (Albentosa, Beiras e Camacho, 1994). Desta forma, justificou-se a realização de um ensaio laboratorial de tolerância térmica com a amêijoia-macha para inferir se a mortalidade observada teve alguma relação com este factor. Sem adição de alimento, a taxa de sobrevivência do grupo de animais testado a 24° C manteve-se nos 100% durante 21 dias, que permite afirmar que, de forma isolada, este valor elevado de temperatura não representa uma provável causa de mortalidade para a amêijoia-macha, desde que os

níveis de oxigénio, a circulação de água e a salinidade estejam dentro dos intervalos adequados aos requisitos da espécie. Tendo em conta os resultados positivos, o mesmo teste não se estendeu à amêijoia-boia, dado que a espécie tem também um maior intervalo de tolerância à temperatura (Matias, 2013)

Atendendo ao crescimento (comprimento e biomassa) e à mortalidade, os resultados obtidos estão aquém das expectativas para uma produção rentável. A taxa de sobrevivência de amêijoia-macha foi de 32% (figura 17) enquanto na amêijoia-boia foi de 7% (figura 28). No entanto, ressalva-se a reduzida relevância destes valores, dadas as condições sub-ótimas da qualidade da água e do fornecimento de alimento em que foram avaliados. Ainda assim foi possível determinar um efeito decrescente da mortalidade com o aumento da profundidade e a redução da densidade de carga em amêijoia-macha, enquanto na amêijoia-boia apenas a profundidade do prato teve essa influência. A aquicultura de amêijoia-boia e amêijoia-macha em suspensão realizada na Galiza é restrita à fase de pré-engorda, desconhecendo-se estudos que possam ser equiparados à metodologia empregue neste trabalho em tanques de terra. Embora noutras condições, no canal de Mira da Ria de Aveiro, foram registadas taxas de sobrevivência entre 48 e 36% no cultivo de amêijoia-boia (4 mm) em suspensão, ao fim de 6 meses (Neto, 2011). Comparativamente, no cultivo de amêijoia-boia em fundo também estão reportadas elevadas taxas de mortalidade (40-60% em 12 meses, na Ria Formosa – Matias *et al.*, 2013; 35% em 4 meses, na Ria de Arousa - Jara-Jara *et al.*, 1997) associadas a combinações negativas de fatores ambientais e organismos patogénicos (Azevedo, 1989; Leite, Afonso e Cancela, 2004; Ruano, 2001). Não sendo possível um domínio sobre os fatores ambientais, o diagnóstico e o controlo de agentes patogénicos são relevantes em elevadas densidades de cultivo (Almeida *et al.*, 1999; Elandalloussi *et al.*, 2004; Leite *et al.*, 2013), pelo que deve estar contemplado no plano de produção.

De uma forma global, os cestos-lanternas responderam adequadamente às necessidades da produção, afirmando-se como uma alternativa válida e com potencial, embora mais estudos sejam necessários no futuro. Para uma produção em larga escala podem ser minimizados os custos de mão-de-obra com sistemas parcialmente mecanizados para o manuseamento dos cestos-lanternas. Para resolver os problemas mais evidentes - a sedimentação - a aplicação de geotêxtil no fundo dos tanques e a decantação prévia da água em pré-tanques pode contribuir para diminuir a turbidez observada e melhorar a qualidade da água. Por outro lado, o fornecimento de alimento pode decisivamente aumentar a sobrevivência e o crescimento dos animais.



Se o cultivo em suspensão da amêijoia-boia e amêijoia-macha se comprovar ser viável e rentável, esta nova metodologia de produção pode contribuir para a reestruturação da aquicultura na região e no país. Tratando-se de espécies de bivalves nativas, o seu aumento de produção por aquicultura fomentará o equilíbrio do ecossistema, contribuindo para a recuperação dos recursos haliêuticos e para o controlo de espécie invasoras, como a amêijoia-japónica.

### 3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBENTOSA, M. et al. - Nutritional value of algal diets to clam spat *Venerupis pullastra*. Marine Ecology Progress Series. ISSN 0171-8630. 97:3 (1993) 261–269. doi: 10.3354/meps097261.
- ALBENTOSA, M. et al. - Absorption of biochemical components and feeding behavior with natural and carbohydrate-rich diets in *Ruditapes decussatus* and *Venerupis pullastra* clams. Journal of Shellfish Research. ISSN 07308000. 22:2 (2003) 443–449.
- ALBENTOSA, M.; MOYANO, F. J. - Differences in the digestive biochemistry between the intertidal clam, *Ruditapes decussatus*, and the subtidal clam, *Venerupis pullastra*. Aquaculture International. ISSN 0967-6120. 17:3 (2008) 273–282. doi: 10.1007/s10499-008-9199-1.
- ALBENTOSA, M.; BEIRAS, R.; CAMACHO, A. P. - Determination of optimal thermal conditions for growth of clam (*Venerupis pullastra*) seed. Aquaculture. ISSN 00448486. 126:3-4 (1994) 315–328. doi: 10.1016/0044-8486(94)90048-5.
- ALMEIDA, M. et al. - Whole clam culture as a quantitative diagnostic procedure of *Perkinsus atlanticus* (Apicomplexa, Perkinsea) in clams *Ruditapes decussatus*. Aquaculture. ISSN 00448486. 177:1-4 (1999) 325–332. doi:10.1016/S0044-8486(99)00095-2.
- ARANDA-BURGOS, J. A. et al. - Embryonic and larval development of *Ruditapes decussatus* (Bivalvia: Veneridae): A study of the shell differentiation process. Journal of Molluscan Studies. ISSN 02601230. 80:1 (2014) 8–16. doi: 10.1093/mollus/eyt044.
- ARANGUREN, R. et al. - Abnormal mortalities of the carpet shell clam *Ruditapes decussatus* (Linnaeus 1756) in natural bed populations: a practical approach. Aquaculture Research. ISSN 1355557X. 45:8 (2014) 1303–1310. doi: 10.1111/are.12074.
- AZEVEDO, C. - Fine structure of *Perkinsus atlanticus* n. sp. (Apicomplexa, Perkinsea) parasite of the clam *Ruditapes decussatus* from Portugal. The Journal of Parasitology. ISSN 0022-3395. 75:4 (1989) 627–635.
- CARREGOSA, V. et al. - Physiological and biochemical responses of three Veneridae clams exposed to salinity changes. Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology. ISSN 1879-1107. 177-178 (2014) 1–9. doi: 10.1016/j.cbpb.2014.08.001.
- DEFOSSEZ, J. M.; HAWKINS, A. J. S. - Selective feeding in shellfish: Size-dependent rejection of large particles within pseudofaeces from *Mytilus edulis*, *Ruditapes philippinarum* and *Tapes decussatus*. Marine Biology. ISSN 00253162. 129 (1997) 139–147. doi: 10.1007/s002270050154.



- DUNHAM, A.; MARSHALL, R. D. - Using stocking density modifications and novel growth medium to control shell deformities and biofouling in suspended culture of bivalves. *Aquaculture*. ISSN 00448486. 324-325 (2012) 234–241. doi: 10.1016/j.aquaculture.2011.10.047.
- ELANDALLOUSSI, L. M. et al. - Development of a PCR-ELISA assay for diagnosis of *Perkinsus marinus* and *Perkinsus atlanticus* infections in bivalve molluscs. *Molecular and Cellular Probes*. ISSN 0890-8508. 18:2 (2004) 89–96. doi: 10.1016/j.mcp.2003.09.008.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations - The State of World Fisheries and Aquaculture 2014 - Opportunities and challenges. FAO: Rome. ISSN 1020-5489. (2014) 223pp.
- FERNANDEZ-REIRIZ, M. J. et al. - Growth and kinetics of lipids and fatty acids of the clam *Venerupis pullastra* during larval development and postlarvae. *Aquaculture Nutrition*. ISSN 13535773. 17:1 (2011) 13–23. doi: 10.1111/j.1365-2095.2009.00701.x.
- FERREIRA, J. G. et al. – Forward: Desenvolvimento Sustentável de Aquacultura em Sistemas Costeiros, Gestão Integrada da Ria Formosa, Portugal. Framework for Ria Formosa Water Quality, Aquaculture, and Resource Development, Coexit Project Report. ISBN: 978-972-99923-3-9. (2011) 114pp.
- GOSLING, E. - Bivalves molluscs: Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books, Blackwell Publishing: UK. ISBN 0852382340. (2004) 455pp.
- HAYWARD, P. J.; RYLAND, J. S. - Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe. Oxford University Press Inc.: New York. ISBN 0198540558. (1990) 800pp.
- IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera - Imagens dos limites da ZDP estuarino-lagunares dos moluscos bivalves de acordo com o Despacho nº 4022/2015 de 22 abril de 2015. IPMA: Lisboa. (2015) 29pp.
- JARA-JARA, R. et al. - Growth of clam seed (*Ruditapes decussatus*) reared in the wastewater effluent from a fish farm in Galicia (NW Spain). *Aquaculture*. ISSN 00448486. 158:3-4 (1997) 247–262. doi: 10.1016/S0044-8486(97)00196-8.
- JOAQUIM, S. et al. - Reproductive activity and biochemical composition of the pullet carpet shell *Venerupis senegalensis* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia) from Ria de Aveiro (Northwestern coast of Portugal). *Scientia Marina*. ISSN 02148358 (ISSN). 75:2 (2011) 217–226. doi: 10.3989/scimar.2011.75n2217.
- LAING, I.; UTTING, S. D.; KILADA, R. W. S. - Interactive effect of diet and temperature on the growth of juvenile clams. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. ISSN 00220981. 113:1 (1987) 23–38. doi: 10.1016/0022-0981(87)90080-3.
- LEITE, R. B. et al. - mRNA-Seq and microarray development for the Grooved Carpet shell clam, *Ruditapes decussatus*: a functional approach to unravel host-parasite interaction. *BMC genomics*. ISSN 1471-2164. 14:1 (2013) 741. doi: 10.1186/1471-2164-14-741.
- LEITE, R. B.; AFONSO, R.; CANCELA, M. L. - *Perkinsus* sp. infestation in carpet-shell clams, *Ruditapes decussatus* (L), along the Portuguese coast: Results from a 2-year survey. *Aquaculture*. ISSN 00448486. 240:1-4 (2004) 39–53. doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.05.014.
- LUCAS, A.; BENINGER, P. G. - The use of physiological bivalve aquaculture condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*. 44:3 (1985) 187–200. doi: 10.1016/0044-8486(85)90243-1.

- MAIA, F.; SOBRAL, M. P.; GASPAR, M. - Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Solen marginatus* e *Venerupis pullastra* na Ria de Aveiro. Relatórios Científicos e Técnicos do IPIMAR - Série Digital. Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas: Lisboa. ISSN 1645-863X. 30 (2006) 36pp.
- MARSHALL, R. D.; DUNHAM, A. - Effects of culture media and stocking density on biofouling, shell shape, growth, and survival of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) and the Manila clam (*Venerupis philippinarum*) in suspended culture. *Aquaculture*. ISSN 00448486. 406-407 (2013) 68–78. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.05.003.
- MATIAS, D. - Bases Biológicas e Ambientes para a Optimização da Produção de Amêijoia-boia *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758). Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa: Lisboa. (2013) 200pp.
- MATIAS, D. et al. - The reproductive cycle of the European clam *Ruditapes decussatus* (L., 1758) in two Portuguese populations: Implications for management and aquaculture programs. *Aquaculture*. ISSN 00448486. 406-407 (2013) 52–61. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.04.030.
- NETO, G. - Avaliação do desempenho de sacos suspensos na coluna de água para o cultivo de bivalves na Ria de Aveiro, com ênfase para a ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) e a amêijo-boia (*Ruditapes decussatus*). Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Instituto Politécnico de Leiria: Leiria. (2011) 99pp.
- QUINTINO, V. et al. - Indices, multispecies and synthesis descriptors in benthic assessments: Intertidal organic enrichment from oyster farming. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. ISSN 02727714. 110 (2012) 190–201. doi: 10.1016/j.ecss.2012.05.028.
- ROLÁN, E.; HERNÁNDEZ, J. M.; SWINNEN, F. - Moluscos y conchas marinas de Canarias. *Conchbooks*: Hackenheim. (2011) 716pp.
- ROYO, A. - Evolución en la fase de engorde de las anomalías aparecidas en las valvas de la almeja japonesa *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) durante su preengorde. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, ISSN 0074-0195, 21:1-4 (2005) 431–440.
- RUANO, F. - Doenças da amêijoia-boia (*Ruditapes decussatus*) e implicações na sua cultura no litoral algarvio. IPIMAR Divulgação. Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR): Lisboa. ISSN 0873-5506. 17 (2001) 1–2.
- SOBRAL, P.; WIDDOWS, J. - Influence of hypoxia and anoxia on the physiological responses of the clam *Ruditapes decussatus* from southern Portugal. *Marine Biology*. ISSN 00253162. 127:3 (1997) 455–461. doi: 10.1007/s002270050033.
- SOBRAL, P.; WIDDOWS, J. - Effects of increasing current velocity, turbidity and particle-size selection on the feeding activity and scope for growth of *Ruditapes decussatus* from Ria Formosa, southern Portugal. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. ISSN 00220981. 245:1 (2000) 111–125. doi: 10.1016/S0022-0981(99)00154-9.
- VILELA, H. - Vida bentónica de *Tapes decussatus* (L.). *Travaux de la Station de Biologie Maritime de Lisbonne: Estação de Biologia Marítima*. 53 (1950) 120pp.

XIE, Q.; BURNELL, G. M. - The Effect of Activity on the Physiological Rates of Two Clam Species, *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve) and *Tapes decussatus* (Linnaeus). *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*. ISSN 07917945. 95B:3 (1995) 217–223.